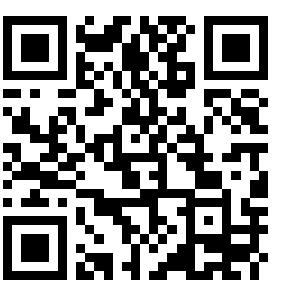
This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com



Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

Linee guide per l'utilizzo

Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

Inoltre ti chiediamo di:

+ *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.

+ *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.

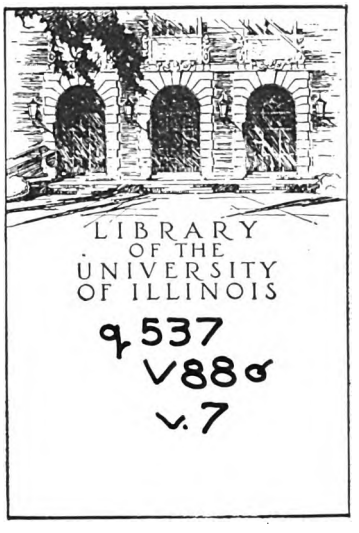
+ *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.

+ *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertati di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

Informazioni su Google Ricerca Libri

La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da `http://books.google.com`

Digitized by Google


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF ILLINOIS
9.537
V88d
v.7

Digitized by Google

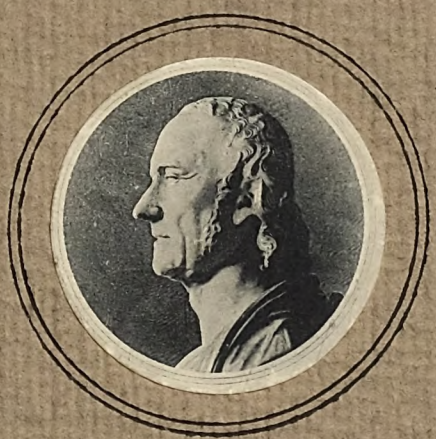
Digitized by Google

Digitized by Google

LE OPERE
DI
ALESSANDRO VOLTA

EDIZIONE NAZIONALE

VOLUME SETTIMO



ULRICO HOEPLI
EDITORE-LIBRAIO DELLA REAL CASA
MILANO
1929

Digitized by Google

Digitized by Google

LE OPERE

DI

ALESSANDRO VOLTA

Digitized by Google

Digitized by Google

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Digitized by Google

Digitized by Google

LE OPERE

DI

ALESSANDRO VOLTA

EDIZIONE NAZIONALE

SOTTO GLI AUSPICI

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

E DEL REALE ISTITUTO LOMBARDO DI SCIENZE E LETTERE

VOLUME SETTIMO

ULRICO HOEPLI

EDITORE-LIBRAIO DELLA REAL CASA

MILANO

1929 - VII

Printed in Ita

Digitized by Google

PROPRIETÀ LETTERARIA

MILANO — TIPOGRAFIA CAV. UMBERTO ALLEGRETTI DI SERAFINO ALLEGRETTI — VIA ORTI, 2.

Digitized by Google

q 537
V88o
v.7

WILSON

COMMISSIONE DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI E DEL REALE ISTITUTO LOMBARDO DI SCIENZE E LETTERE PER L'EDIZIONE NAZIONALE DELLE OPERE DI ALESSANDRO VOLTA.

Il PRESIDENTE della R. Accademia dei Lincei

Il PRESIDENTE del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere

Prof. FRANCESCO GRASSI, del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere

Prof. GINO LORIA, della R. Accademia dei Lincei

On. Prof. Deputato GIACINTO MOTTA, del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere

Prof. ALFREDO POCHETTINO, della R. Accademia delle Scienze di Torino

On. Prof. Senatore MICHELE SCHERILLO, del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere

Prof. CARLO SOMIGLIANA, della R. Accademia dei Lincei

Prof. LUIGI VOLTA, del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere

On. Prof. Senatore VITO VOLTERRA, della R. Accademia dei Lincei

Questo Volume fu ordinato e curato dal Prof. FRANCESCO MASSARDI.

698569

Digitized by Google

Digitized by Google

AVVERTENZE.

Per contraddistinguere i manoscritti del Cartellario Voltiano posseduto dal R. Istituto Lombardo di scienze e lettere in Milano, all'abbreviazione Cart. Volt. si fa seguire una lettera dell'alfabeto maiuscolo per indicare la classe (vedi classificazione dichiarata nella prefazione al 1° volume: « Al lettore ») ed un numero per contraddistinguere il manoscritto nella classe stessa. Qualche volta fu adottata una successiva suddivisione, a mezzo delle lettere dell'alfabeto greco, dei manoscritti raccolti sotto uno stesso numero.

Le abbreviazioni in grassetto, che compaiono sotto il titolo « Fonti » nel frontispizio dei singoli numeri del volume, stanno ad indicare tra le varie fonti edite o manoscritte, quelle che furono scelte per la stampa.

Tra le varie fonti stampate si diede, sempre che fu possibile, la preferenza a quella notoriamente o probabilmente curata dal Volta o tratta dai suoi manoscritti, come avvenne delle sue pubblicazioni all'estero.

Nei riguardi delle correzioni fu curato fin dove fu possibile il confronto coi manoscritti voltiani, e furono rispettate sempre le grafie delle fonti.

Le annotazioni della Commissione sono stampate sempre entro riquadratura nei frontispizi, oppure in carattere corsivo a piedi di pagina, od in Note ed Aggiunte alla fine dei singoli numeri.

Digitized by Google

Digitized by Google

AL LETTORE

Questo settimo Volume chiude la serie degli scritti scientifici di Alessandro Volta. Così cento anni dopo la sua morte, dopo cento anni di maravigliosa evoluzione della sua opera iniziale, si può dire degnamente compiuta la documentazione integrale del suo lavoro di ricerca e di scoperta, destinata a tramandarne nei secoli la gloriosa memoria.

La Reale Commissione, giunta al termine della lunga impresa — non scevra di difficoltà varie e molteplici — lieta dei consensi ricevuti, riconoscente a quanti le furono larghi di aiuti e di collaborazione, ha fede di avere assolto con coscienza scientifica ed opportunità di criteri il compito affidatole.

Particolarmente è grata al professore Francesco Massardi, e ne segnala al pubblico studioso l'opera amorosa e sagace.

Deve anche segnalare la diligente cura e la larga signorilità, con cui l'Editore Gr. Uff. Dott. U. Hoepli provvide affinchè l'Opera riuscisse perfetta pure nella forma esteriore.

Il presente Volume si connette con gli studi del Volta sul calore, e contiene la classica ricerca sulla uniforme dilatazione dell'aria, e sulle leggi della tensione dei vapori. I risultati ai quali Egli è pervenuto in questo campo stabiliscono la priorità delle leggi da Lui scoperte, rispetto a quelle ordinariamente chiamate di Gay Lussac e di Dalton. Tale fatto è stato pienamente chiarito dai professori F. Grassi e F. Massardi, mediante uno studio accurato dei documenti posseduti dall'Istituto Lombardo, che sono la base della parte inedita di questa Edizione Nazionale, ed è stato sanzionato, grazie agli elementi presentati, da un voto solenne del Congresso Internazio-

Digitized by Google

nale dei Fisici tenutosi in Italia nel 1927, almeno per quanto riguarda gli studi del V. su l'uniforme dilatazione dell'aria [1].

Terminando l'opera sua la Commissione ha anche la sodisfazione di avere, per sua iniziativa, procurato che una sede degna nei locali dell'Istituto Lombardo fosse assegnata a tutti i documenti voltiani, e che una Biblioteca speciale voltiana le sorgesse d'accanto, destinata a raccogliere tutto ciò che dal Volta e sul Volta fu scritto insieme alle opere illustranti le scienze fisiche del suo tempo.

Così l'Italia presente compie nella forma più nobile il suo dovere di riconoscenza verso il grande Fisico.

LA COMMISSIONE PER L'EDIZIONE NAZIONALE
DELLE OPERE DI ALESSANDRO VOLTA.

---

[1] Vedansi le note di frontispizio apposte al N. CXLII, al N. CXLV, ed al N. CXLVI.

Digitized by Google

INDICE DEL VOLUME VII

COMMISSIONE PER L'EDIZIONE NAZIONALE DELLE OPERE DI ALESSANDRO VOLTA Pag. V
AVVERTENZE . . . . . » VII
AL LETTORE . . . . . » IX
INDICE DEL VOLUME . . . . . » XI
INDICE DELLE TAVOLE . . . . . » XIV
INDICE DELLE FIGURE . . . . . » XV
ABBREVIAZIONI . . . . . » XVII

CALORE – EUDIOMETRIA – STUDI INTORNO A QUESTIONI DI CHIMICA.

1783, ...
CXVIII. CALORE . . . . . » 3
APPENDICE . . . . . » 49

1783, ...
CXIX. EUDIOMETRO . . . . . » 61
APPENDICE . . . . . » 77

1784, ...
CXX. VAPORE . . . . . » 83

1784, ...
CXXI. UNA NOTA ALL'ARTICOLO « *Volatilità* » . . . . . » 95

1782-84, ...
CXXII. MEMORIA SOPRA I FUOCHI DE' TERRENI E DELLE FONTANE ARDENTI IN GENERALE E SOPRA QUELLI DI PIETRA-MALA IN PARTICOLARE DEL SIG. ALESSANDRO VOLTA, PROFESSORE DI FISICA SPERIMENTALE NELL'UNIVERSITÀ DI PAVIA . . . . . » 107

1784, ...
CXXIII. APPENDICE ALLA MEMORIA SOPRA I FUOCHI DE' TERRENI E DELLE FONTANE ARDENTI: DEL SIG. DON ALESSANDRO VOLTA, PROFESSORE DI FISICA SPERIMENTALE NELL'UNIVERSITÀ DI PAVIA, OVE PARLASI PARTICOLARMENTE DI QUELLI DI VELLEJA . . . » 121

Digitized by Google

1786, 20 *marzo*.

CXXIV. LETTERA A MARSILIO LANDRIANI INTORNO AD UN PROCEDIMENTO RIGUARDANTE LA MISURA DELLA CONDUCIBILITÀ CALORIFICA DEI CORPI . . . . . Pag. 135

1787, 5 *giugno*.

CXXV. DISCORSO SULL'EVAPORAZIONE. . . . . » 141

CXXVI. DESCRIZIONE ED USO DI UN ACCENDILUME AD ARIA INFIAMMABILE » 153

1787, ...

CXXVII. MÉMOIRE SUR LE MOUVEMENT DES PARCELLES DE CAMPHRE ET DE PLUSIEURS AUTRES PETITS CORPS POSÉS SUR LA SURFACE DE L'EAU » 157

1790, ...

CXXVIII. DESCRIZIONE DELL'EUDIOMETRO AD ARIA INFIAMMABILE, IL QUALE SERVE INOLTRE DI APPARATO UNIVERSALE PER L'ACCENSIONE AL CHIUSO DELLE ARIE INFIAMMABILI D'OGNI SORTA MESCOLATE IN DIVERSE PROPORZIONI CON ARIA RESPIRABILE PIÙ O MENO PURA; E PER L'ANALISI DI QUELLE E DI QUESTE: INVENTATO E PERFEZIONATO DAL SIG. DON ALESSANDRO VOLTA, SOCIO DI MOLTE ACCADEMIE, PROFESSORE DI FISICA PARTICOLARE E SPERIMENTALE NELLA R. I. UNIVERSITÀ DI PAVIA . . . . . » 173

APPENDICE . . . . . » 215

1790, 23 *dicembre*.

CXXIX. DISCORSO SULL'ARIA INFIAMMABILE NATIVA. RECITATO NELL'AULA DELL'UNIVERSITÀ . . . . . » 225

1791, 16 *maggio*.

CXXX. DISCORSO SULLE ARIE INFIAMMABILI PURE ED IMPURE E SULLE ACCENSIONI SPONTANEE CHE TALVOLTA ESSE PRESENTANO . . » 235

1795, 29 *aprile*.

CXXXI. ESTRATTO DI LETTERA AL P.RE RACCAGNI . . . . . » 249

1795, 22 *giugno*.

CXXXII. SPERIENZE SOPRA ALCUNI PIPISTRELLI LETARGICI E NON LETARGICI SOTTOPOSTI AL VUOTO DELLA MACCHINA PNEUMATICA . . . » 253

1796, 16 *marzo*.

CXXXIII. ESTRATTO DI LETTERA AL P.RE RACCAGNI INTORNO AD ALCUNE SPERIENZE SUL FOSFORO . . . . . » 257

1798, 26 *novembre*.

CXXXIV. LETTERA A MARTINO VAN MARUM RIGUARDANTE SCOPERTE ED ESPERIENZE SULLE ARIE INFIAMMABILI . . . . . » 267

1807, 16 *febbraio*.

CXXXV. LETTERA RESPONSIVA DEL SIG. CAV. ALESSANDRO VOLTA, PROFESSORE DI FISICA NELL'UNIVERSITÀ DI PAVIA, DIRETTA AL DOTT. ATTILIO ZUCCAGNI, PROFESSORE DI STORIA NATURALE NEL R. LICEO DI FIRENZE, ECC. . . . . » 273

1808, 30 *giugno*.

CXXXVI. CONFUTAZIONE DI UN'OPERA DI PIETROPOLI . . . . . » 279

Digitized by Google

1809, 14 *dicembre.*

CXXXVII. Lettera al canonico Nicola Venini, sulla possibilità di una accensione spontanea . . . . . Pag. 305

1812, 4 *giugno.*

CXXXVIII. Relazione su due memorie di chimica . . . . . » 309

STUDI SU L'UNIFORME DILATAZIONE DELL'ARIA PEL CALORE E SU LE LEGGI RIGUARDANTI LE TENSIONI DEI VAPORI SATURI.

1791, 13 *giugno.*

CXXXIX. Lettera a Fleurian de Bellevue, sull'uniforme dilatazione dell'aria pel calore . . . . . » 323

1791, 16 *giugno.*

CXL. Lettera al sig. dott. Scasso, a Londra, sull'equabile dilatazione dell'aria pel calore . . . . . » 329

Aggiunte tratte dai manoscritti di A. Volta . . . » 337

1792, 28 *marzo.*

CXLI. Lettera a Martino van Marum, sull'equabile dilatazione dell'aria pel calore . . . . . » 339

1793, ...

CXLII. Della uniforme dilatazione dell'aria per ogni grado di calore, cominciando sotto la temperatura del ghiaccio fin sopra quella dell'ebollizione dell'acqua: e di ciò, che sovente fa parer non equabile tal dilatazione, entrando ad accrescer a dismisura il volume dell'aria . . . » 345

1795, *maggio.*

CXLIII. Termometro drebbelliano a sifone con mercurio . . . » 377

1795, 5 *maggio.*

CXLIV. Discorso I°. Sulla vaporizzazione ed ebullizione de' liquidi, recitato nell'aula dell'Università . . . . . » 393

1795, 17 *giugno.*

CXLV. Discorso II°. . . . . » 407

Aggiunte tratte dai manoscritti di A. Volta . . . . » 423

1795, 16 *novembre.*

CXLVI. Estratto di una lettera a Marsilio Landriani, sulle leggi delle tensioni dei vapori . . . . . » 437

Aggiunte tratte dai manoscritti di A. Volta . . . . » 443

Aggiunte tratte da fonti edite . . . . . » 451

CXLVII. Prime conclusioni sulle quantità e tensioni del vapore acqueo svolte in successivi costanti aumenti di temperatura » 453

Aggiunte della Commissione . . . . . » 465

CXLVIII. Relazione fra il rapporto delle tensioni e quello degli aumenti di temperatura . . . . . » 467

Digitized by Google

CXLIX (*A B*). ESTRATTO DI LETTERE RIGUARDANTI UNA MEMORIA SULL'ELASTICITÀ DEI VAPORI . . . . . Pag. 475

1799, 19 *marzo*.
(*A*). ESTRATTO DI UNA LETTERA AL PROF. GIOVANNI VENTURI, SEGRETARIO DELLA SOCIETÀ ITALIANA A MODENA . . . . . » 477

1799, 23 *marzo*.
(*B*). ESTRATTO DI UNA LETTERA ALL'ABATE LORENZO MASCHERONI, PROF. ALL'UNIVERSITÀ DI PAVIA . . . . . » 483

. . . . . .

CL. CALORE E VAPORI ELASTICI . . . . . » 487
AGGIUNTE TRATTE DAI MANOSCRITTI DI A. VOLTA . . . . » 509

1804, 14 *giugno*.
CLI. DISCORSO SOPRA I VAPORI, RECITATO NELLA GRAND'AULA DELL'UNIVERSITÀ DI PAVIA . . . . . » 513

Posteriore al 1802.
CLII. ULTIME CONCLUSIONI SULLE QUANTITÀ DI VAPORE ACQUEO SVOLTE IN SUCCESSIVI COSTANTI AUMENTI DI TEMPERATURA . . . » 525

NOTE DELLA COMMISSIONE ED AGGIUNTE TRATTE DAI MANOSCRITTI DI A. VOLTA . . . . . » 531
NOTE DELLA COMMISSIONE RIGUARDANTI H 36 α. . . . . » 533
NOTE DELLA COMMISSIONE RIGUARDANTI H 26 β. . . . . » 535
NOTE DELLA COMMISSIONE RIGUARDANTI H 23 α . . . . . » 536

LA NUOVA SEDE DEL CARTELLARIO VOLTIANO NEL R. ISTITUTO LOMBARDO DI SCIENZE E LETTERE IN MILANO . . . . . » 541
IL TEMPIO VOLTIANO IN COMO . . . . . » 543
LA TOMBA DI ALESSANDRO VOLTA A CAMNAGO-VOLTA (COMO) . . . . » 545

INDICE DELLE TAVOLE.

I. La tomba di Alessandro Volta a Camnago-Volta . . . . . Frontispizio
II. Accendilume ad aria infiammabile . . . . . Pag. 156-157
III. Lucerna ad aria infiammabile . . . . . » 176-177
IV. Eudiometro ad aria infiammabile . . . . . » 176-177
V. Eudiometro a fosforo . . . . . » 260-261
VI. Apparati usati per lo studio dell'uniforme dilatazione dell'aria . . » 328-329
VII. Termometri drebbelliani usati dal Volta . . . . . » 384-385
VIII. Facsimile di manoscritto voltiano; da Cart. Volt. H 29 α (N. CXLVII, pg. 466) . . . . . » 464-465
IX. Facsimile di manoscritto voltiano; da Cart. Volt. H 30 α (N. CXLVII, pg. 466) . . . . . » 464-465
X. Facsimile di manoscritto voltiano; da Cart. Volt. H 30 α (N. CXLVII, pg. 466) . . . . . » 464-465

Digitized by Google

XI. Facsimile di manoscritto voltiano; da Cart. Volt. H 46 (N. CXLIX (*A*), pg. 477) . . . . . Pag. 480-481
XII. Facsimile di manoscritto voltiano; da Cart. Volt. H 26 β (N. CLII, pg. 535) . . . . . » 536-537
XIII. Facsimile di manoscritto voltiano; da Cart. Volt. H 26 β (N. CLII, pg. 535) . . . . . » 536-537
XIV. Facsimile di manoscritto voltiano; da Cart. Volt. H 23 α (N. CLII, pg. 536) . . . . . » 536-537
XV. La sala della biblioteca voltiana (R. Istituto Lombardo, Palazzo di Brera) . . . . . » 542-543
XVI. La sala dei manoscritti voltiani (R. Istituto Lombardo, Palazzo di Brera) . . . . . » 542-543
XVII. Il Tempio Voltiano donato dall'On. F. Somaini alla città di Como . » 544-545
XVIII. Interno del Tempio Voltiano . . . . . » 544-545
XIX. Il Mausoleo di Alessandro Volta a Camnago-Volta (Como). . . » 546-547
XX. Il Camposanto di Camnago-Volta . . . . . » 546-547

INDICE DELLE FIGURE.

Figure tratte dai manoscritti voltiani 337, 338, 342, 424, 430, 445, 447, 489, 492, 493, 496, 503, 504.

Figure tratte da Br. Ann. 367.

Le tavole in fototipia furono eseguito nello stabilimento grafico « Calzolari & Ferrario di Corsi Chierichetti & C. », Milano.

Le incisioni in zinco furono eseguite nello stabilimento « Unione Zincografi », Milano.

Digitized by Google

Digitized by Google

ABBREVIAZIONI

Per le fonti stampate:

Am. Op. Sc.	— « Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti », raccolti dall'ab. Carlo Amoretti. Milano.
Am. Sc. di Op.	— « Scelta di opuscoli interessanti », raccolti dall'ab. Carlo Amoretti. Milano: I edizione in 12°; II edizione in 4°.
Ann. de Ch.	— « Annales de chimie ». Paris.
Ann. der Physik	— « Annalen der Physik ». Halle, 1799-1826.
Ann. Univ. Agric.	— « Annali universali di agricoltura, industria ed arti economiche ». Milano.
Ant. Coll.	— « Collezione delle opere del cav. conte Alessandro Volta patrizio comasco », edita da Vincenzio Antinori. Tomi 3 in 5 parti. Firenze, nella stamperia di Guglielmo Piatti, 1816.
Att. R. Acc. Torino	— « Atti della Reale Accademia delle Scienze ». Torino.
Att. R. Ist. Lomb. Milano	— « Atti del Reale Istituto Lombardo di scienze, lettere ed arti ». Milano.
A. Volta	— « Lettere del Signor don Alessandro Volta patrizio comasco e decurione... sull'aria infiammabile nativa delle paludi ». Milano, nella stamperia di Giuseppe Marelli, 1777.
Bar. Saggio	— « Saggio di naturali osservazioni sull'elettricità voltiana, colla descrizione di una seconda macchina a corona di persone e di un piliere tutto vegetabile », del dott. Giuseppe Baronio. Milano, presso Pirotta e Maspero, 1806.
Biad. A. Volta	— « Alessandro Volta ai veronesi Pietro Cossali e A. M. Lorgna ». Lettere pubblicate da Giuseppe Biadego. Verona, tip. G. Franchini, 1899.
Bib. Brit.	— « Bibliothèque britannique des sciences et des arts ». Genève.
Bosscha Corr.	— « La correspondance de A. Volta et M. van Marum », publiée par J. Bosscha, Secrétaire de la Société Hollandaise des sciences. Leiden, 1905. A. W. Sijthoff.
Br. Ann.	— « Annali di chimica e storia naturale », di Luigi Brugnatelli. Pavia.
Br. Bibl.	— « Biblioteca fisica d'Europa », di Luigi Brugnatelli. Pavia.
Br. Giorn.	— « Giornale fisico medico per servire di seguito alla Biblioteca fisica d'Europa », di Luigi Brugnatelli. Pavia.

Digitized by Google

Br. Giorn. Fis. — « Giornale di fisica, chimica e storia naturale », di Luigi Brugnatelli. Pavia.

Cant. Disc. — « La mente di Alessandro Volta », discorso del prof. comm. Giovanni Cantoni. In « Onoranze ad Alessandro Volta ». Pavia, succ. Bizzoni, 1878.

Comm. Lips. — « Commentarii de rebus in scientia naturali et in medicina gestis ». Lipsia.

Delam. Jour. — « Journal de physique, de chimie, d'histoire naturelle, et des arts », par J. Cl. De la Métherie. Paris, chez I. I. Fuchs.

Delf. Riv. — « Lettera di Alessandro Volta ad Orazio Delfico », pubblicata dal sen. march. Traiano Delfico De-Filippis, conte di Longano, in « Rivista abruzzese di scienze e lettere diretta da O. Albi, E. Cerutti, F. Occella, V. Savorini ». Anno II, fasc. 2, febbraio. Teramo, tip. del « Corriere abruzzese », 1887.

Französ. Ann. — « Französischen Annalen für die Naturgeschichte ». Hamburg.

Gior. Pis. — « Giornale pisano di letteratura, scienze ed arti ». Pisa.

Gren. — « Journal » e « Neues Journal der Physik », del prof. dott. Fed. Alb. Carlo Gren di Halle. Halle e Lipsia, 1790-1794.

Lett. Reggio — « Lettere di vari illustri italiani nel secolo XVIII e XIX a' loro amici e de' massimi scienziati e letterati nazionali e stranieri al celebre ab. Lazzaro Spallanzani ». Reggio, coi tipi Torreggiani e C., 1841-43.

Macq. Diz. Chim. — « Dizionario di chimica del Sig. Pietro Giuseppe Macquer... tradotto dal Francese, e corredato di note, e di nuovi Articoli da Giovanni Antonio Scopoli ». Pavia, nella stamperia del R. I. Monastero di S. Salvatore, per Giuseppe Bianchi, 1783-84.

Mem. Ist. Naz. Ital. — « Memorie dell'Istituto Nazionale Italiano ». Bologna, 1806.

Mem. Ver. — « Memorie di Matematica e Fisica della Società Italiana ». Verona, tip. Dionigi Ramanzini.

Mocch. — « Elogio del conte Alessandro Volta patrizio comasco », di Francesco Mocchetti. Como, presso i figli di Carlantonio Ostinelli, 1833.

Mons. Jour. — « Journal de chimie et de physique », di Van Mons. Bruxelles.

Mont. — « Lettere inedite di Alessandro Volta », date in luce da Giuseppe Ignazio Montanari. Pesaro, dalla tip. Nobili, 1834.

N. Cim. — « Il Nuovo Cimento, Giornale di fisica, chimica e storia naturale ». Pisa.

Nich. Journ. — « Journal of natural philosophy, chemistry, and the arts », by W. Nicholson. London.

Phil. Tr. — « Philosophical Transaction of the Royal Society ». Londra.

Ricc. — « Alcune lettere inedite di Alessandro Volta », pubblicate dal prof. Pietro Riccardi. Bologna, tip. Zanichelli, 1876.

Roz. Obs. — « Observations sur la physique, sur l'histoire naturelle et sur les arts », par l'abbé Rozier. Paris.

Trad. ted. Mayer. Prag. 1793 — Traduzione tedesca delle Memorie sull'Elettricità animale contenuta in: « Schriften über d. thierische Electricität, aus d. Ital. von Mayer. 8. — Prag. — J. Calve (1793) ».

Voltiana — « Voltiana »: nel primo centenario della pila. Contributo del R. Liceo-Ginnasio alle onoranze a Volta. Como, 1899.

Zan. V. Stud. — « Alessandro Volta a Parigi ». Studio cronistorico dell'avv. Zanino Volta. Milano. Edit. Vallardi, 1879.

Digitized by Google

Z. Volta. Cart. « Il Rosmini » — « Carteggio di Alessandro Volta col can. Giovanni Francesco Fromond », pubblicato da Zanino Volta nel periodico: « Il Rosmini, enciclopedia di scienze e lettere ». Vol. I, n. 9. fasc. 1, maggio. Milano. Edit. Ulrico Hoepli, 1878.

Per le fonti manoscritte:

Acc. Sc. Torino — Biblioteca della R. Accademia delle Scienze di Torino.
A. S. M. — Archivio di Stato in Milano.
Bibl. di S. M. il Re. Torino — Biblioteca di Sua Maestà il Re, in Torino.
Bibl. Naz. Vienna — Biblioteca nazionale di Vienna.
Bibl. Univ. Gottinga — Biblioteca dell'Università di Gottinga.
Cart. Volt. — Cartellario Voltiano posseduto dal R. Istituto Lombardo di scienze e lettere in Milano.
Cart. Volt. cop. — Cartellario Voltiano posseduto dal R. Istituto Lombardo di scienze e lettere in Milano; copie.
Cart. Volt. foi. — Idem; fotografie.
Coll. Volt. Zan. V. — Collezione Voltiana di Zanino Volta.
Fam. V. — Famiglia Volta.
Ginevra, Bibl. Univ. — Bibliothèque publique et universitaire. Genève.
Ginevra, Bibl. Univ. Mns. Sen. — Bibliothèque publique et universitaire. Genève. Manoscritti di Jean Senebier.
Harlem. Soc. Holl. Sc. — Société hollandaise des sciences. Harlem.
Londra, Roy. Soc. — Royal Society. London.

Digitized by Google

Digitized by Google

CALORE - EUDIOMETRIA

STUDI

INTORNO A

QUESTIONI DI CHIMICA

Digitized by Google

Digitized by Google

CXVIII.

CALORE

1783.

FONTI.

STAMPATE.

Macq. Diz. Chim. T. III, Pavia, 1783, pg. 275 (140).
Macq. Diz. Chim. T. V, Pavia, 1783, pg. 134 (T. IV, pg. 272).
Memoria intorno al Calore.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: H 3; **H fot. 6**; G fot. 20; H fot. 5; G fot. 21.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Macq. Diz. Chim. T. III, Pavia, 1783.
DATA: da Macq. Diz. Chim. T. III, Pavia, 1783.

Macq. Diz. Chim.: è il Dizionario di Chimica del Macquer, tradotto dallo Scopoli ed edito a Pavia negli anni 1783-1784 in due forme, delle quali l'una presenta dei caratteri tipografici più grandi dell'altra, ed in più contiene, nel T. I, una dedica « *All'ottimo principe* | *Ferdinando d'Austria* | .... ». Le citazioni dei tomi e delle pagine in cui appaiono le parti di questo Dizionario, che si pubblicano nel presente Numero, si riferiscono all'edizione speciale dedicata al principe Ferdinando d'Austria, ed a queste citazioni seguono, tra parentesi, quelle corrispondenti all'edizione comune stampata in pari data. Nelle note di frontespizio del N. CXVII del Volume sesto sono date altre indicazioni che riguardano questo Dizionario.

Macq. Diz. Chim. T. III, pg. 275 (140): è l'articolo « *Calore* », il quale si trova pure stampato a parte, e senza note, in un opuscolo di sessantaquattro pagine, col titolo: « *Memoria* | *intorno* | *al calore* ».

Macq. Diz. Chim. T. V, pg. 134 (T. IV, pg. 272): è una nota apposta all'articolo « *Flogisto* », la quale, da una frase contenuta nell'articolo « *Calore* », risulterebbe essere del V.: essa è pubblicata nell'Appendice a questo Numero.

H 3: è un fascio di fogli manoscritti (in tutto quarantun pagine autografe), contenenti

Digitized by Google

brani di minute dell'articolo « *Calore* ». Queste minute non corrispondono sempre letteralmente all'articolo stampato, nel quale compaiono numerose aggiunte e svolgimenti di argomenti appena accennati in H 3. Nelle parti comuni, per ragioni di chiarezza, si è talvolta sostituita alla punteggiatura della fonte stampata quella presentata da H 3.

H fot. 6: è una copia fotografica di una lettera scritta dal V. al Senebier, in data 23 gennaio 1780, di cui si pubblica in nota la parte che riguarda il calore animale.

Dalle seguenti lettere:

G fot. 20, scritta dal V. al Magellan, in data 28 ottobre 1783 (e pubblicata nel N. CXV (A) del Volume sesto);

H fot. 5, scritta dal V. al Senebier, in data 28 novembre 1783 (e richiamata nelle note di frontespizio del N. CXIV del Volume sesto);

G fot. 21, scritta dal V. al Senebier, in data 12 marzo 1784 (richiamata nelle note di frontespizio del N. CXIV del Volume sesto);

risulta che il V. aveva fornito l'articolo « *Calore* » allo Scopoli, il quale stava preparando la traduzione italiana del Dizionario di Chimica del Macquer.

Digitized by Google

Macq. Diz. Chim. T. III, pg. 275 (140).

CALORE.

Il termine *Calore* or si prende per una particolar sensazione, che producono ne' nostri organi i corpi posti in certe circostanze; ed ora per quella cosa, che ne' corpi medesimi divien cagione, ch'eccitino in noi tal sensazione, e che produce altri fenomeni, i quali accompagnano il calore, sopratutto la *dilatazione* di essi corpi, effetto inseparabile dal calore medesimo; criterio più che ogn'altro certo della presenza di lui, e sua misura. Egli è in questo secondo senso, che il calore si fa soggetto delle ricerche del Fisico, e del Chimico. Il nostro Autore ne parla lungamente al articolo *Fuoco*, sebbene egli sia ben lungi dal credere il fuoco, e il calore una stessa cosa; che anzi tiene essere il calore non già una *sostanza* particolare, ma una *qualità* o modificazione delle altre sostanze, consistente in un certo moto intestino, e perturbato delle parti proprie del corpo, che dicesi caldo; opinione, cui va cercando con ogni genere di argomenti di convalidare, e di porre in buon lume. Un tale sentimento, che fu quello del gran BACONE DI VERULAMIO, era stato pur anche seguito da molti valenti Fisici: molti altri però, e generalmente i Chimici si tennero attaccati alla sentenza, che rifonde il calore in una materia proprio di esso, in una sostanza *sui generis*, che è il Fuoco Elementare, riguardando il preteso moto intestino delle parti proprie de' corpi vibratorio, o qualunque vogliasi, come uno degli effetti solamente di un certo grado di calore, cioè del fuoco accumulato fino a un certo segno; e tal volta ancora come cagione, che detto fuoco si svolga, o si animi, e s'invigorisca l'azione di lui. « Per *fuoco* (dice il Sig. KIRWAN in una delle sue giudiziose note aggiunte « alla traduzione inglese fatta dal Sig. I. R. FORSTER dell'Opera su l'aria, e « sul fuoco del Sig. SCHEELE) gli uomini comunemente intendono la cagione « del *calore*; e per *calore* intendono la sensazione così chiamata, ovvero quella

Digitized by Google

« disposizione dei Corpi, che tende ad eccitare tale sensazione in un grado più « o men grande, sia che venga accompagnata da luce, o no. Ma i Filosofi tro- « vando, che i limiti della sensazione sono troppo stretti, e troppo difficili a « misurarsi i gradi, applicarono il medesimo nome alla *cagione* di un effetto « molto più illimitato, che è quello della *rarefazione*, avendo osservato, che la « medesima disposizione, la qual tende in *certi* gradi d'intensità ad eccitar « *calore*, tende in tutti i gradi ad eccitare rarefazione (*a*). Riguardo alla natura « di questa causa, sono stati molto fra di loro divisi alcuni, come i Filosofi « Inglesi in generale, facendola consistere in un moto tumultuoso, o vibra- « torio delle parti proprie, e peculiari del corpo riscaldato (quale opinione trovo « aver ultimamente abbracciata il Sig. MACQUER, ed essere stata ingegnosa- « mente sostenuta dal Sig. LOMONSOW nelle Memorie di Pietroburgo); altri, « tra i quali il gran BOERHAAVE merita il primo luogo, hanno supposto essere « un elemento peculiare, distinto da tutte le altre sostanze, eccetto la luce, « la quale altro non è, che una modificazione di esso. Le molte, curiose, ed impor- « tanti scoperte del Dottor BLACK, e le più recenti del Dottor CRAWFORD danno « la massima probabilità a questa opinione ». Noi aggiungeremo col Sig. MA- GELLAN (*Essay sur la nouvelle Théorie du Feu Elementaire, et de la Chaleur des Corps, Londres* 1780.), ch'essa non che opinione probabilissima ci pare una verità indubitabilmente stabilita da tutte le sperienze, che servono di base a questa teoria.

Tale teoria la più bella, e luminosa, che sia mai comparsa noi ci proponiamo di qui esporre, e presentare, se non col miglior ordine scientifico, e con metodo preciso, in quella maniera almeno, che più acconcia crediamo a renderne l'intelligenza facile al maggior numero de' Lettori: conciossiachè con non minore sorpresa, che dispiacere abbiam dovuto vedere, che l'opera originale del Sig. CRAWFORD, fuori del Regno, che la vide nascere, e dove fu accolta con applauso, non è stata troppo bene intesa, nè da chi pensò rigettarla, nè da molti tampoco di quelli, che credettero adottarla in tutto, o in parte. Non molto miglior successo ha avuto il *Saggio* sopraccitato del Sig. MAGELLAN, in cui ha raccolto in un corpo le scoperte di BLACK, di IRVINE, di CRAWFORD e d'altri sopra questo soggetto, e si è argomentato di presentarle in un nuovo aspetto, per facilitare appunto della novella teoria l'intelligenza. Animati dal medesimo zelo noi ci avventuriamo al medesimo

(*a*) Su questo principio è fondata la costruzione, e l'uso dei *Termometri*, e dei *Pirometri*. In quelli la rarefazione di un fluido segna, e misura gli aumenti del calore dentro certi limiti, cioè al più fino al punto dell'ebullizione del mercurio; in questi la dilatazione di un solido segna anche un calore molto più intenso; ma la marcia de' Pirometri non è così uniforme, le relative dilatazioni non corrispondono così esattamente ai reali aumenti del calore, come ne' Termometri di mercurio: dico ne' Termometri di mercurio, perchè quelli, che contengono un altro fluido, sono anch'essi irregolari, nè eguali gradi segnano eguali aumenti di calore.

Digitized by Google

cimento, con qual esito, non osiamo ancora predire. Siccome non è possibile di dare in poche righe neppure un'idea di tale teoria e delle sperienze, su cui si fonda, non che esporre queste, e quella in tutta la loro estensione; così abbiam creduto spediente di fare un articolo a parte sopra il *Calore*, a cui rimanderemo il Lettore, quando saremo all'articolo *Fuoco*, senza essere obbligati a rilevar l'Autore dove mal s'appone, e ripetere là in varie note ciò, che trovasi qui riunito. Dopo l'esposizione dell'annunziata teoria, che abbracciamo, non perchè nuova, ma perchè ci pare ben fondata, e vera, termineremo l'articolo coll'esporre brevemente anche quella del gran Chimico Svedese il Sig. SCHEELE (della quale abbiam già fatto menzione nelle note ad altri articoli, segnatamente a quelli delle *Arie*), aggiugnendo alcune forti ragioni, per cui ci pare insostenibile.

Partendo da un fatto conosciuto da tutti, che il calore tende continuamente ad espandersi; che si diffonde, e comunica dai corpi più caldi ai meno caldi, fino a tanto, che si venga ad un'azione equilibrata, cioè, che sian ridotti essi corpi ad una temperatura eguale, il Fisico cercar dee in quanto tempo, e in qual proporzione si distribuisca questo calore nelle diverse sostanze, per giugnere a siffatto equilibrio. Dal *tempo* più corto, o più lungo, che vi s'impiega, giudicherà della maggiore, o minore *conducibilità* del calore propria di diversi corpi: e dalla *quantità* di calore, che un corpo prende all'altro per comporsi ad una temperatura eguale, verrà in cognizione delle relative *capacità*.

Trattandosi di corpi omogenei non vi può esser dubbio, o difficoltà: ognun vede che la *conducibilità* dev'essere (le altre cose pari) eguale; ed eguale similmente la *capacità*. Tratteniamoci intorno a questa, che or più di tutto ci interessa. Una libbra d'acqua calda essendo mescolata ad altrettanta acqua fredda, la metà del calore eccessivo della prima passerà alla seconda, nè più nè meno: così mescolando mercurio [1] con mercurio, arena con arena a pesi eguali, la temperatura comune, che ne risulterà, sarà la metà dell'eccesso del più caldo sopra il men caldo; per la ragione, che l'uno, e l'altro hanno capacità eguale, e che il calore si distribuisce, come ogn'altra cosa, che affetti l'equilibrio, in ragione delle capacità.

Seguendo pertanto questa ragione troveremo subito, qual debba essere il calore, quando si mescolano i medesimi corpi, cioè acqua con acqua, mercurio con mercurio ec. a dosi diseguali. Siano e. g. 4. lib. di acqua calda a 50. gr. RÉAUM., che si versino sopra 1. libra d'acqua a 0.: quel calore distribuendosi a proporzione delle capacità dovrà discendere, come si vede, dai 50. a 40. gr., e tale appunto sarà la temperatura equabile della miscela.

[1] *In Macq. Diz. Chim. i nomi dei corpi, come p. e. « mercurio », « arena », « acqua », « piombo », ecc., si trovano stampati talvolta con l'iniziale maiuscola, talvolta con quella minuscola. Per uniformità si userà sempre l'iniziale minuscola, e ciò anche conformemente alla grafia alla quale il V. mostra di attenersi in Cart. Volt. H* 3.

[*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Per l'istessa ragione se 1. lib. di acqua calda 50. gr. si versi sopra 4. lib. di acqua a 0., si comporrà il calore nella miscela a soli 10. gr. Queste sperienze son facili, e non ricercano, che un buon termometro, e qualche attenzione (*a*).

Quello dunque, che è evidente per sè, si viene anche a toccar con mano coll'esperienza, cioè che il calore, per l'innata sua tendenza all'equilibrio, si distribuisce ne' corpi a proporzione della loro capacità; la quale capacità ne' corpi omogenei è essa pure proporzionata ai volumi di detti corpi: nè può essere altrimenti, perciò appunto che sono omogenei.

Ma ne' corpi di differente natura la cosa non è così presto decisa. Si vede a prima giunta, che la diversa loro densità, o quantità di materia, che contengono sotto egual volume, può variarne la capacità relativamente al calore. Ognuno naturalmente sarà portato a credere, che maggior quantità di fuoco debba essere comunicata a un corpo per riscaldarlo a un dato grado, e maggior quantità pure sottrattane per raffreddarlo a un dato punto, secondo che quello è più denso; che ad egual temperatura un corpo, che ha più parti materiali, contenga più fuoco; che la capacità insomma sia in ragione piuttosto delle masse, che dei volumi. Così infatti tengono la maggior parte de' Fisici, anche dopo che il gran BOERHAAVE, dietro un esperimento fatto a sua richiesta dal cel. FAHRENHEIT, credè potere stabilire l'opinione contraria, cioè che il calore si distribuisse in tutti i corpi a proporzione dei volumi, niuna ragione avuta delle masse, o quantità di materia. Sostiene egli pertanto, che l'elemento del calore, ossia il fuoco, allorquando è bilanciato, cioè la temperatura ridotta eguale, trovisi equabilmente diffuso in tutti gli spazj, che eguale quantità ne contenga un piede cubico d'oro, e un piede cubico di avorio, di legno, di lana, d'acqua, d'aria e fino di vuoto.

Questo farebbe supporre, che il fuoco scorresse liberamente per tutti i corpi, penetrandoli, e riempiendone i vani, che sono incomparabilmente più, che le parti solide (non altrimenti che l'acqua, e l'aria trascorrono per una rete assai rara, e tutta ne riempiono l'ampiezza delle maglie), senza che avesse luogo alcuna azione reciproca tra le minime parti del corpo, e le molecole del fuoco medesimo. Una tale supposizione però non sembra accordarsi troppo bene coi fenomeni del calore, il quale produce sempre un effetto sensibile sopra qualsivoglia corpo, dilatandolo a misura, che vi s'accumula; senza

(*a*) Si suppone, che ciascun grado della Scala termometrica segni un eguale incremento, o decremento del calore, cioè corrisponda ad una determinata dose eguale di fuoco: la quale supposizione, come accennammo nella nota antecedente, si verifica soltanto per il termometro a mercurio, il quale siegue nel dilatarsi la ragion costante dell'aumento del calore, secondo che ha provato il Celeb. Sig. DE-LUC nell'eccellente sua opera *Recherches sur les Modifications de l'Athmosphere.* Parlando dunque di gradi di calore intenderemo sempre di riportarci al Termometro mercuriale.

Digitized by Google

parlare degli altri effetti di un calore più intenso, cioè di sciogliere, volatilizzare, scomporre, dissipare ec. Or non si richiederà maggior numero di molecole ignee per agire in simil guisa sopra un maggior numero di parti materiali, per tutte dilatarle, per portarle tutte a un dato grado di calore, e quelle parti non agiranno reciprocamente sopra le molecole del fuoco?

Ecco le ragioni, che renderebbero molto più verisimile la distribuzione del calore in ragione delle masse, che non in ragione dei volumi, se si dovesse scegliere tra le due, oltre le molte sperienze, che parlano piuttosto in favore della prima opinione, le quali non giova qui addurre. Riferiremo invece l'esperimento fahrenheitiano, che indusse BOERHAAVE ad abbracciare la seconda. Si presero volumi eguali di acqua, e di mercurio, quella molti gradi più calda di questo; mescolati insieme i due fluidi, se il calore si fosse ripartito in ragion delle masse, quella del mercurio essendo circa 14 volte maggiore, avrebbe dovuto ritrovarsi nella miscela 1/15 solamente di quell'eccesso di calore, che aveva l'acqua sopra il mercurio (supposto e. g. di 30. gr. doveva ridursi a a 2. solamente). Ma il fatto sta, che trovossi non minore della metà. Non potendo dunque dirsi, che il mercurio avesse corrispondente alla maggior massa, maggiore capacità a contenere il calore, che l'acqua, si conchiuse troppo presto, e un poco inconsideratamente, che l'avea eguale a' volumi eguali; e tanto bastò al grande Fisico, e Chimico, per decidere universalmente, che la distribuzione del calore siegue la semplice ragion dei volumi.

Egli s'ingannò un poco nel fatto particolare del mercurio, e molto più nella conseguenza generale; e questo è uno tra i moltissimi esempj, che ci insegnano da una parte, come si debba essere ritenuti nel tirar conseguenze generali da una, o poche sperienze, dall'altra quanto sia necessario notare con esattezza i risultati delle medesime, e attendere anche alle piccole differenze. Ma non s'ingannarono, e non s'ingannano meno coloro, che stanno per la ragione delle masse. Nuove, e più accurate sperienze ci hanno dimostrato irrefragabilmente essere falsa l'una, e l'altra sentenza; ci han fatto vedere, e toccare con mano, che le capacità de' corpi a contenere il calore, non sono nè in ragion delle masse, nè in ragion dei volumi; ma in un'altra ragione da cercarsi: e l'istessa antica sperienza di FAHRENHEIT lo fa vedere, e ne avrebbe convinto BOERHAAVE medesimo, se vi avesse fatta più attenta osservazione; imperciocchè il calore in quella miscela di eguali volumi di mercurio, e di acqua calda sorpassò notabilmente la metà del calore eccessivo di detta acqua (e. g. da 30. gr. si ridusse a più di 15., cioè a 20. circa). Ma egli non imaginando, che vi potesse essere altra ragione, che o quella delle masse, o quella dei volumi, si attenne all'ultima, cui vide assai più che alla prima accostarsi il risultato dell'indicata sperienza.

Questa specie d'accordo colla supposta ragione dei volumi, oltre all'essere men esatto, è anche meramente accidentale; poichè con altri corpi non

Digitized by Google

si hanno simili riscontri, e il risultato non va meno lontano nella maggior parte delle prove dalla ragione dei volumi, che da quella delle masse.

Ma sarà forse la capacità in ragione composta dei volumi, e delle masse? Ciò neppure. In qual'altra ragione adunque? In una da cercarsi, come abbiam detto, la quale si può soltanto determinare con esperienze peculiari per ciaschedun corpo. Giacchè finalmente non è da meravigliarsi, se diversi corpi, d'indole, e qualità diversa, secondo la specifica loro natura, e particolare costituzione, secondo le forze mutue, onde sono dotate le loro particelle ec. hanno *differente capacità*, virtù, potenza di contenere la materia del calore, il fuoco elementare; onde viene, che richiedono qual maggiore, e qual minore dose di questo elemento per salire a un dato grado di calore; o, che è lo stesso, che un'egual dose di fuoco a pesi eguali, li riscaldi inegualmente.

L'esperienze, che provano questo direttamente, e incontrastabilmente sono in grandissimo numero. Noi ne sceglieremo alcune delle più facili, e parlanti. Si prenda una libbra di calce d'antimonio, ed una d'acqua, questa calda 50. gr. di più: versandola sopra la detta calce, e mescolandole insieme, quest'eccesso di calore invece di distribuirsi per metà, come succederebbe se i due corpi fossero della stessa natura, o avessero in qualunque maniera capacità eguali, si diminuirà di 1/5 solamente, sussistendone 40. gr. nella miscela. Facendo l'esperienza inversamente, cioè coll'acqua fredda, e la calce d'antimonio 50. gr. più calda, quest'eccesso si ridurrà a 10. soli gr. nella miscela. Se dunque 10. gr. di calore, che ha perso l'acqua, hanno innalzato il calore di una massa eguale di calce d'antimonio a 40. gr. nella prima sperienza, e vicendevolmente nella seconda 40. gr. persi dalla medesima calce hanno aumentato sol di 10. gr. il calore di un'egual massa d'acqua, si vede chiaramente, e si tocca con mano, che l'istessa quantità di fuoco, l'istesso calore assoluto, passando dall'uno all'altro di questi due corpi, come che di egual peso non vi produce un egual *calore sensibile*, ma quattro volte più nella calce d'antimonio, che nell'acqua: il che vuol dire, che la *capacità* a contenere il calore è quattro volte più grande in codest'acqua, che nella detta calce.

Giova insistere alcun poco su questa sperienza, o a meglio dire sopra la conclusione, che ne ricaviamo, riguardo alla diversa capacità dei corpi a contenere il calore, essendo questo il punto, intorno a cui s'aggira la novella dottrina del calore. Accrescasi la dose della calce d'antimonio fino a 4. lib., e si mescoli con 1. sola lib. d'acqua: in tal caso si dividerà per metà giusta l'eccesso del calore, che ha questa sopra quella, o quella sopra questa, riducendosi e. g. da 50. a 25. gr. nella miscela. È dunque visibile, che sono di egual tenuta, hanno *capacità* eguale relativamente al fuoco, 1. lib. d'acqua, e 4. di calce d'antimonio; o, che è lo stesso, che l'acqua ha una capacità, o tenuta quattro volte maggiore di detta calce a masse, o pesi eguali. Si vede parimenti, che se quella dose di fuoco, la quale separandosi da 1. lib. d'acqua, ed

Digitized by Google

unendosi a 4. lib. di calce antimoniale, scema il calor della prima tanto appunto, quanto innalza quello della seconda; se, dico, l'istessa dose di fuoco entrasse in 1. sola lib. di cotesta calce, cioè in una massa eguale a quella dell'acqua, produrrebbe in detta calce un calore sensibile, quattro volte più grande del calore perso dall'acqua. Dunque un'altra volta la tenuta, o capacità della calce d'antimonio, è quattro volte minore di quella dell'acqua a pesi eguali.

La differenza relativamente alla *capacità* di contenere la materia del calore, ossia fuoco elementare tra la calce d'antimonio, e l'acqua, di cui ci siam serviti per esempio, non è ancora delle più grandi, che s'incontrino: una molto maggiore si trova tra l'acqua medesima, e i metalli veri; tra questi il piombo si scopre di una tenuta venti volte minore di quella dell'acqua. Mescolando una lib. d'acqua, ed una di piombo, l'eccesso di calore del quale sia 63. gr., si ridurrà questo a soli 3. nella miscela: all'incontro se l'acqua sia essa più calda di 63. gr. avanti il mescolamento, il calore sarà ridotto dopo a 60.: onde scorgesi, che per ogni 20. gr., che s'abbassa, o s'innalza il calore del piombo, s'innalza o s'abbassa di 1. grado solo il calore di un egual peso di acqua, val a dire, che la stessa quantità di *calore assoluto*, la stessa dose di fuoco, che in una libbra di piombo ha forza di 20. gr. di *calore sensibile*, ha forza di 1. gr. solo in un'eguale quantità d'acqua, e viceversa; il che s'esprime in una parola, dicendo, che la *capacità* dell'acqua è venti volte più grande, che la *capacità* del piombo. Gli esempj addotti dovrebbero bastare a far comprendere, che universalmente le *capacità* di diversi corpi a contenere la materia del calore, ossia l'elemento del fuoco, sono in *ragione inversa delle mutazioni*, che subiscono in più, o in meno, al momento, che due di questi corpi, un più caldo, e l'altro meno, mescolati insieme, riduconsi ad una temperatura comune. Ad ogni modo a rischiarar viemmeglio la cosa, ci servirà un altro esempio tratto dall'elasticità dell'aria, la quale può in certa qual maniera rappresentare l'espansibilità del calore, per cui tende egualmente, che quella, all'equilibrio. Siano due recipienti pneumatici disposti in modo, che si possano a volontà far comunicare assieme; la capacità di uno sia come 4., quella dell'altro come 1.; nel primo vi sia tant'aria da sostenere in un *elaterometro* 30. poll. di mercurio più alto, che nel secondo; fatta la comunicazione, per cui scorrerà l'aria più densa dal recipiente più capace al men capace, ov'è più rara, e si scomporrà all'equilibrio, vedrassi cadere il mercurio 6. poll. cioè dai 30. ai 24. nel recipiente grande, intanto che a 24. poll., cioè all'istesso livello s'innalzerà l'elaterometro del piccolo recipiente. Che se l'eccesso di densità, e pressione dell'aria atto a sostenere i 30. poll. di mercurio si trovasse in cotesto piccolo recipiente di capacità come 1., aprendogli la comunicazione all'altro di capacità come 4., il mercurio s'abbasserebbe di 24. poll. dai 30. cioè ai 6. nell'elaterometro del primo: e in quello del secondo monte-

Digitized by Google

rebbe a 6. poll. per comporsi così al livello. Se vi fosse maggiore differenza nella capacità de' due recipienti, se stassero tra loro come 1. a 10. a 20. ec., ben s'intende, che nella proporzione medesima sarebbero reciprocamente le mutazioni indotte ne' rispettivi elaterometri.

L'esempio, che abbiamo preso dall'elasticità dell'aria, avremmo potuto prenderlo egualmente dalla velocità, che si comunica da un corpo all'altro per mezzo del semplice urto, dall'elettricità, che si propaga da uno in altro conduttore per comporsi ad equilibrio ec. e in generale da ogni cosa, che si riparte, e distribuisce giusta le stesse leggi di equilibrio. Tutto avrebbe stabilita, e confermata questa proposizione: *che le capacità rispettive di due corpi sono in ragione reciproca delle mutazioni, che soffrono in più o meno, mercè quel riparto, che li conduce ad uno stato di azione equilibrata.*

Sopra questo principio tenendo dietro a molte sperienze fatte col mescolare diversi corpi inegualmente caldi, e notare qual rapporto vi sia tra i gradi di calore, che perde, o acquista l'uno, e quelli, che acquista, o perde l'altro, nel ridursi ad una temperatura comune, si è cominciato a formare una tavola, o lista delle relative capacità di diversi corpi per contenere il fuoco, o materia del calore, la quale lista potrà estendersi, e perfezionarsi di molto, moltiplicando le sperienze, e ponendo ogni studio, e diligenza per averne i risultati esatti. È questo un campo nuovo, e vastissimo, che promette grandissimi frutti. Noi non istaremo qui a suggerire le attenzioni necessarie per ben condurre tali sperienze (*a*), rimettendo quelli, che ne saran vaghi alle opere, che verranno da noi citate, e a quella sopratutto del Sig. CRAWFORD. Stimiam piuttosto pregio dell'opera il presentare la tavola, che riporta il Sig. MAGELLAN (nel citato suo saggio) comunicatagli dal Sig. KIRWAN, il quale si è molto occupato in queste sperienze, ed ha portato nuovi lumi alla teoria.

(*a*) Basti qui indicare, che bisogna principalmente tener conto: 1) del calore, che contrae il vaso, in cui si fa il miscuglio dei corpi; e quindi aver prima determinato la relativa capacità a contener il calore di esso vaso: e 2) di quell'altro calore, che si perde nell'ambiente nel fare, e agitar, come si conviene, la miscela, e per tutto quel tempo, che è necessario di aspettare avanti, che si faccia una distribuzione equabile del caldo in ogni sua parte. Riguardo al determinare la capacità del vaso, serve l'istesso metodo indicato per le miscele: versandovi e. g. 16. oncie d'acqua calda, se per ogni grado, che s'abbassa il calore di questa, s'innalzi di otto il calore di quello, sarà la capacità di tal vaso otto volte minore, che quella di 16. oncie d'acqua, cioè eguale a quella di 2. oncie d'acqua. Quanto al calore svanito per aria in tutto il tempo, che si lascia la miscela, perchè venga ad un'equabile temperatura, vi sono delle regole per calcolarlo con sufficiente esattezza, notando quali decrementi di calore abbian luogo in tempi successivi eguali, e. g. per ciascun minuto ec. Sopra ciò consultisi un'eccellente opera sul calore di MARTINE, e quella di CRAWFORD.

Digitized by Google

Tavola dei rapporti del Calore Specifico, o Fuoco Elementare, contenuto in differenti sostanze.

Acqua comune	1,000
Ghiaccio (acqua ghiacciata)	0,900
Mercurio	0,033
Ferro	0,125
Stagno	0,068
Piombo	0,050
Regolo d'antimonio	0,086
Calce d'antimonio	0,220
Calce di ferro	0,320
Calce di stagno	0,096
Calce di piombo	0,068
Cristallo d'Inghilterra, o flint	0,174
Terra cotta	0,195
Soluzione di zucchero bruno	1,086
Olio di trementina	0,472
Olio d'ulivo	0,710
Olio di lino	0,528
Olio di balena (spermaceto)	0,399
Soluzione di sal comune (1. parte di sale in 8. parti d'acq. comune)	0,832
Soluzione di nitro (1. p. di questo sale in 8. p. d'acq.)	0,646
Soluzione di sal di Glaubero	0,728
Soluzione di cremor di tartaro	0,765
Soluzione di sal ammoniaco	0,798
Soluzione di sale d'Epsom	0,844
Soluzione di alume	0,649
Aria deflogisticata	87,000
Aria atmosferica	18,670
Aria fissa	0,270
Soluzione di vitriolo di ferro	0,734
Acido vitriolico (peso specifico 1,885)	0,758
Acido vitriolico bruno, cioè flogisticato (pes. spec. 1,872)	0,429
Olio di tartaro (pes. spec. 1,346)	0,759
Acido nitroso pallido e deflogisticato	0,844
Acido nitroso rosso, e fumante	0,576
Acido marino fumante	0,680
Solfo	0,183
Fegato di solfo volatile	0,994

Digitized by Google

rebbe a 6. poll. per comporsi così al livello. Se vi fosse maggiore differenza nella capacità de' due recipienti, se stassero tra loro come 1. a 10. a 20. ec., ben s'intende, che nella proporzione medesima sarebbero reciprocamente le mutazioni indotte ne' rispettivi elaterometri.

L'esempio, che abbiamo preso dall'elasticità dell'aria, avremmo potuto prenderlo egualmente dalla velocità, che si comunica da un corpo all'altro per mezzo del semplice urto, dall'elettricità, che si propaga da uno in altro conduttore per comporsi ad equilibrio ec. e in generale da ogni cosa, che si riparte, e distribuisce giusta le stesse leggi di equilibrio. Tutto avrebbe stabilita, e confermata questa proposizione: *che le capacità rispettive di due corpi sono in ragione reciproca delle mutazioni, che soffrono in più o meno, mercè quel riparto, che li conduce ad uno stato di azione equilibrata.*

Sopra questo principio tenendo dietro a molte sperienze fatte col mescolare diversi corpi inegualmente caldi, e notare qual rapporto vi sia tra i gradi di calore, che perde, o acquista l'uno, e quelli, che acquista, o perde l'altro, nel ridursi ad una temperatura comune, si è cominciato a formare una tavola, o lista delle relative capacità di diversi corpi per contenere il fuoco, o materia del calore, la quale lista potrà estendersi, e perfezionarsi di molto, moltiplicando le sperienze, e ponendo ogni studio, e diligenza per averne i risultati esatti. È questo un campo nuovo, e vastissimo, che promette grandissimi frutti. Noi non istaremo qui a suggerire le attenzioni necessarie per ben condurre tali sperienze (*a*), rimettendo quelli, che ne saran vaghi alle opere, che verranno da noi citate, e a quella sopratutto del Sig. CRAWFORD. Stimiam piuttosto pregio dell'opera il presentare la tavola, che riporta il Sig. MAGELLAN (nel citato suo saggio) comunicatagli dal Sig. KIRWAN, il quale si è molto occupato in queste sperienze, ed ha portato nuovi lumi alla teoria.

(*a*) Basti qui indicare, che bisogna principalmente tener conto: 1) del calore, che contrae il vaso, in cui si fa il miscuglio dei corpi; e quindi aver prima determinato la relativa capacità a contener il calore di esso vaso: e 2) di quell'altro calore, che si perde nell'ambiente nel fare, e agitar, come si conviene, la miscela, e per tutto quel tempo, che è necessario di aspettare avanti, che si faccia una distribuzione equabile del caldo in ogni sua parte. Riguardo al determinare la capacità del vaso, serve l'istesso metodo indicato per le miscele: versandovi e. g. 16. oncie d'acqua calda, se per ogni grado, che s'abbassa il calore di questa, s'innalzi di otto il calore di quello, sarà la capacità di tal vaso otto volte minore, che quella di 16. oncie d'acqua, cioè eguale a quella di 2. oncie d'acqua. Quanto al calore svanito per aria in tutto il tempo, che si lascia la miscela, perchè venga ad un'equabile temperatura, vi sono delle regole per calcolarlo con sufficiente esattezza, notando quali decrementi di calore abbian luogo in tempi successivi eguali, e. g. per ciascun minuto ec. Sopra ciò consultisi un'eccellente opera sul calore di MARTINE, e quella di CRAWFORD.

Digitized by Google

Tavola dei rapporti del CALORE SPECIFICO, *o* FUOCO ELEMENTARE, *contenuto in differenti sostanze.*

Acqua comune	1,000
Ghiaccio (acqua ghiacciata)	0,900
Mercurio	0,033
Ferro	0,125
Stagno	0,068
Piombo	0,050
Regolo d'antimonio	0,086
Calce d'antimonio	0,220
Calce di ferro	0,320
Calce di stagno	0,096
Calce di piombo	0,068
Cristallo d'Inghilterra, o flint	0,174
Terra cotta	0,195
Soluzione di zucchero bruno	1,086
Olio di trementina	0,472
Olio d'ulivo	0,710
Olio di lino	0,528
Olio di balena (spermaceto)	0,399
Soluzione di sal comune (1. parte di sale in 8. parti d'acq. comune)	0,832
Soluzione di nitro (1. p. di questo sale in 8. p. d'acq.)	0,646
Soluzione di sal di Glaubero	0,728
Soluzione di cremor di tartaro	0,765
Soluzione di sal ammoniaco	0,798
Soluzione di sale d'Epsom	0,844
Soluzione di alume	0,649
Aria deflogisticata	87,000
Aria atmosferica	18,670
Aria fissa	0,270
Soluzione di vitriolo di ferro	0,734
Acido vitriolico (peso specifico 1,885)	0,758
Acido vitriolico bruno, cioè flogisticato (pes. spec. 1,872)	0,429
Olio di tartaro (pes. spec. 1,346)	0,759
Acido nitroso pallido e deflogisticato	0,844
Acido nitroso rosso, e fumante	0,576
Acido marino fumante	0,680
Solfo	0,183
Fegato di solfo volatile	0,994

Digitized by Google

Aceto forte di vin rosso	0,387
Aceto concentrato distillato	0,103
Alcali volatile caustico	0,708
Alcali volatile dolce	1,851
Spirito di vino rettificato	1,086
.....	
Pietra calcare cruda	0,256
Calce viva	0,245
Frumento	0,340
Avena	0,422
Orzo	0,402
Fave	0,613
Sangue venoso	0,970
Sangue florido arterioso	1,120

Questa tavola esibisce le *quantità comparative del calore assoluto*, ossia del fuoco elementare contenuto in varj corpi a pesi, e temperature eguali; che è quanto dire i *rapporti* delle loro *capacità*. Il Sig. MAGELLAN intende lo stesso col termine, che ha voluto introdurre di *rapporti del calore specifico*. Noi ci varremo per tanto or di una, or di altra di queste espressioni, come più ci tornerà comodo, e spesso le uniremo, per meglio inculcare alcuni principj, e spiegazioni, che non vanno mai perse di vista. Le ultime otto linee, che non si trovano nella tavola riportata dal Sig. MAGELLAN, le abbiamo aggiunte sopra i risultati delle sperienze prodotte dal Dottor CRAWFORD (nella sua esimia opera tradotta dall'Inglese in Italiano ed inserita negl'*Opuscoli scelti* di Milano Tom. III, col titolo *Sperienze, ed osservazioni sul calore animale, e sull'Infiammazione de' corpi combustibili, dirette a indagare una legge della natura, con cui spieghinsi tutti i fenomeni a ciò relativi*): abbiam creduto di doverle aggiungere, perciocchè serviranno non poco ad illustrare, e convalidare alcune proposizioni fondamentali della teoria singolarmente del calor animale. Tutta poi la tavola, sebbene ancor ristretta a piccol numero di corpi e bisognosa ancora di qualche correzione, giacchè non ci si dà per estremamente esatta, avrem sovente occasione di consultarla. Intanto che l'abbiam sott'occhio, non sia inutile l'osservare, che il rapporto del *calore assoluto*, o *specifico* dell'acqua, a quello della calce d'antimonio, non è precisamente quale noi l'abbiam supposto (prendendo un numero rotondo per facilitare la dimostrazione) cioè come 4. a 1., ma notabilmente maggiore; il che però non influisce niente sopra le conseguenze di teoria dedotta. Osserveremo ancora, come nell'esperimento già citato fatto da FAHRENHEIT, in cui si mescolarono non pesi, ma volumi eguali di mercurio, e d'acqua, il *calore assoluto* di quello, trovandosi ancora della metà circa minore del *calore assoluto* dell'acqua;

Digitized by Google

10. gr. di *calore sensibile* persi da questa dovettero ammontare a 20. circa, acquistati da quello, comecchè da 14. volte più grande in massa. Finalmente riterremo, che come sono le quantità comparative di *calore assoluto*, o fuoco ne' diversi corpi, sotto una data temperatura, tali pur sono sotto qualunque altra supposta eguale in tutti; e i medesimi rapporti sussistono ancora per le quantità di fuoco richieste ad innalzare di uno, o più dati gradi il *calore sensibile* di ciascuno di questi corpi. I rapporti delle *capacità* son dunque costanti, quanto almeno lice presumere, fondandoci sulle sperienze state fatte fino al presente; e allora solo, che si trova il fuoco distribuito secondo questi rapporti, cioè in proporzione delle relative *capacità* de' corpi; ha esso la sua azione equilibrata, e induce eguale *calore sensibile*, temperatura eguale.

Tutto va bene, dirassi; ma come mai si può concepire, che tanto eguali quantità di materia, quanto volumi eguali abbiano sì diseguali capacità per contenere il fuoco; cioè, che tale capacità non segua nè la ragione delle masse, nè quella dei volumi, e neppure una ragion composta delle due? Questo prova che « deve esservi nella natura de' corpi una certa differenza essenziale, « in conseguenza della quale alcuni hanno la *potenza* di raccogliere, e ritenere « l'elemento del fuoco in più grande quantità degli altri ». CRAWFORD, *Op. cit.*, *p.* I, *Sect.* I, il quale soggiunge: « Queste differenti potenze verranno quindi « innanzi da me chiamate *capacità* de' corpi per contenere il calore »; termine, che noi pure adottiamo per essere non meno espressivo che spedito. Per comprendere poi cosa sia, o almeno cosa esser possa l'accennata *potenza*, noi avrem ricorso alle *affinità*, all'attrazione mutua, la quale è valevole a ritenere in certo modo il fuoco, ossia ad affievolirne, e frenarne più o meno l'azione. Suppongasi, che un corpo contenga 100. parti, che attraggono la materia ignea, o calorifica, e che un altro di egual massa ne tenga sol 10.; in tal caso acciò abbiano un egual grado di calor sensibile, una temperatura eguale, acciò il fluido, od elemento calorifico trovisi nella sua azione bilanciato e chi non vede, che il primo abbraccierà, e terrassi unito dieci volte più di questo elemento, che il secondo, cioè tanto maggior dose, quanto ha più parti attraenti? Lo stesso è, se suppongasi in luogo d'un maggior numero di parti attraenti in un corpo, che nell'altro, un'affinità, od attrazione altrettanto più energica di un egual numero di parti; la qual supposizione è assai più verisimile.

Gioverà anche qui ricorrere, per porre la cosa, quant'è possibile, in miglior lume, ad esempj, che abbiano qualche analogia. L'umido si diffonde anch'esso ne' corpi contigui, finchè sian tutti ridotti per così dire ad un'eguale *temperatura umida*, cioè finchè l'*Igrometro* applicato a ciascuno di que' corpi segni l'istesso grado di umidità. Ma per ridursi a un tal grado eguale d'*umido sensibile*, han bisogno quali maggiore, e quali minore quantità d'*umido assoluto*, ossia d'acqua, avvegnachè le masse di essi corpi siano eguali. Prendansi carta, legno, avorio, sabbia, creta, carbone, cenere, sal comune, sal alcali fisso ec.

Digitized by Google

ben secchi, di ciascuno un peso eguale, e si umettino ciascuno con piccola, e ugual dose di acqua; appariranno gli uni più, gli altri men umidi all'occhio, e al tatto non meno, che alla prova dell'*Igrometro*. La creta, e le ceneri parranno ancora asciutte, e asciuttissime, e secco sopratutti l'alcali fisso; laddove l'avorio, e il legno si mostreranno umidi discretamente, e la sabbia bagnata, non che umida: così poi esposti ad un ambiente di una data temperatura umida, quelli beveranno sitibondi nuovo umore, e questi ne deporranno del loro rispettivamente eccedente. In breve: colla stessa quantità d'umido *assoluto* non avranno l'istessa umidità *sensibile*, per arrivare alla quale ricercano una dose differente d'acqua, proporzionata più, che alla massa, o al numero delle parti materiali, onde ciascun corpo è composto, alle rispettive forze assorbenti, all'attrazione, od affinità, che hanno coll'elemento umido, la quale affinità essendo grandissima nelle terre, che chiamansi assorbenti, ne' sali, e massime nell'alcali fisso, perciò richiedono questi molto maggiore quantità d'acqua, non che alla loro perfetta saturità, ma sibbene a comporsi a un grado d'umido eguale a quello d'altri corpi men bibaci.

L'applicazione al calore di ciò che abbiamo osservato intorno all'umido, è così facile a farsi, supposta l'affinità coll'elemento igneo diversa ne' diversi corpi, che stimerei inutile il più insistere su questo punto, se un altro esempio non mi si presentasse per qualche riguardo più espressivo, ed analogo, giacchè preso da un fluido elastico espansibile, quale è l'*aria fissa*. Sappiamo che questa si assorbe da varj liquori (v. *Aria fissa*), nei quali entra in notabile quantità, e vi si condensa moltissimo, senza però perdere intieramente la sua elasticità; giacchè tostochè si diminuisca la pressione dell'aria esterna, quell'aria fissa incarcerata nell'acqua, o in un altro liquore, si libera, e scappa fuori: segno evidente, che non cessa mai di esercitare anche là dentro la sua forza espansiva; la quale viene solamente diminuita, e frenata dall'attrazione delle molecole del liquore da una parte, e dalla pressione dell'atmosfera dall'altra. Quindi è, che si sprigiona similmente col calore, e collo scuotere, ed agitare il liquore, ed anche col solo lasciarlo esposto all'aria libera. Ora siccome i diversi liquori non hanno l'istessa affinità coll'aria fissa, ma chi più, chi meno, l'acqua e. g. avendone incomparabilmente più, che gli olj; così molto maggior dose di tal aria richiedesi a saturar quella, che questi a un dato segno; che vuol dire, quella ha molto maggiore capacità; e in generale se di una data dose eguale di aria fissa si trovin carichi diversi fluidi, ne saranno tanto più incontinenti, quanto la lor capacità è minore, ossia minore la forza d'attrazione, che affievolisce, e frena l'espansibilità di quel principio volatile, e fugace.

Cotesta espansibilità dell'aria fissa frenata, ma non tolta dall'attrazione delle minime parti del liquido impregnatone, rappresenta non male a nostro modo d'intendere, come il fuoco elementare attivissimo, ed espansibilissimo,

Digitized by Google

principio immediato del calore, è rattenuto ne' corpi, senza esservi propriamente fissato in istato di quiete, e d'inazione, come molti suppongono.

Simile idea del *fuoco principio*, *fuoco solido*, com'è piaciuto ad alcuni di chiamarlo, non pare, che ci sia alcuna sufficiente ragione di adottarla pel *fuoco puro elementare*; quindi ci atteniamo più volentieri all'idea, che questo sia essenzialmente mobile, fluido, e calorifico. Tutt'altra cosa è del *flogisto*: questo principio chimico, molto diverso dal fuoco puro, come avrem luogo di dimostrare in progresso, sebben composto verisimilmente di fuoco, e di qualch'altro principio terreo secondo alcuni, e secondo noi di natura acida (v. *Flogisto*), questo flogisto è sempre fisso ne' corpi, ed in istato di combinazione. Non così il *fuoco puro*, il quale, ripetiamolo, non v'è prova finora, non v'è ragione di dire, che abiti mai ne' corpi privo di quella forza espansiva, in cui è riposta la sua virtù calorifica, e senza produrvi vero, e real calore. Solamente questa innata sua forza, ed azione calorifera essenziale è smorzata in parte, frenata, e debilitata dalle forze attraenti delle minime particelle de' corpi; e ciò più o meno, secondo che posseggono esse questa potenza attrattiva in un grado maggiore, o minore. Quindi è, che quanti vi hanno corpi diversi, differenti pure essendo le affinità, o forze attraenti, altrettanti esigono una dose diversa di fuoco elementare, per ridurne l'azione all'equilibrio, per comporsi ad una temperatura eguale.

Non va lontano dalle nostre idee il Sig. Bucci Professore di Filosofia in Faenza, il quale (in un opuscolo recentissimo [1], in cui dopo aver trattato del flogisto, e delle arie, dà un saggio succinto della nuova teoria del calore) chiama *forza ignifera* quella potenza, o disposizione qualunque sia di abbracciare, e ritenere l'elemento del calore, ossia il fuoco, la quale essendo diversa ne' diversi corpi, fa che a peso, e temperatura eguali, ne contengono quantità ineguali; fa che a ciascuno grado di *calor sensibile* corrisponda nell'istessa proporzione differente quantità di *calore assoluto*, differente dose di fuoco, che in una parola siano le *capacità* relative diverse.

Il fin qui spiegato, credo, che basti a far intendere in qual maniera la capacità a contenere e portar il calore, come che esso tenda incessantemente all'equilibrio, possa indipendentemente dalla ragion delle masse, e de' volumi, differire secondo la specifica natura, e costituzion particolare di ciaschedun corpo. Ma quand'anche non ne intendessimo la ragione e il modo, saremmo tuttavia obbligati ad ammettere tale differenza nelle rispettive capacità in forza delle sperienze dirette, che ciò dimostrano senza replica, e intorno a cui ci siamo abbastanza trattenuti.

Or conviene passare più innanzi, e mostrare come non solamente corpi

[1] *Bucci Antonio, « Saggio sopra il flogisto e le differenti specie di aria e di calore* (1783) ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

di diversa natura; ma l'istesso corpo, qualora sopravvengagli qualche gran cangiamento, tale cioè (per attenerci alle spiegazioni già date), che alteri le forze mutue attrattive, od affinità, può acquistare, ed acquista realmente maggiore, o minore capacità per contenere la materia del calore. Così di fatto avviene quando l'acqua si converte in ghiaccio o questo si risolve in acqua; quando l'acqua stessa si espande, e si sublima in vapori, o i vapori si condensano e ricadono in acqua.

Parliamo prima del ghiaccio, che si squaglia. In questo caso l'esperienza ci fa vedere, che esso acquista maggior capacità. Si porti una discreta quantità di ghiaccio in una camera calda 8. 10. 15. gr. sopra il punto della congelazione, oppur anche si ponga a squagliare in un vaso sopra un fornello acceso, e si osservi l'andamento di un termometro immerso in esso ghiaccio: malgrado la materia del fuoco, che continuamente passa dall'ambiente caldo, o dal fornello nel ghiaccio, e che lo va man mano struggendo; il termometro, sia che trovisi immerso nel ghiaccio residuo, o nell'acqua già provenutane, non s'alza nè molto, nè poco, ma rimane al punto della congelazione; segno che non vi produce questo fuoco introdottovi alcun grado sensibile di calore: e ciò per lungo tempo, talvolta per ore, finchè tutta quanta la massa di ghiaccio non sia fusa; giunto il qual termine, allora solo comincia a riscaldarsi, e a far salire gradatamente il termometro. Or non si può spiegar altrimenti questo fenomeno, se non col dire, che il ghiaccio nel convertirsi in acqua acquista *maggiore capacità*; onde fintanto che dura e non è compiuta la fusione di esso, il fuoco compartitogli va mano mano supplendo a tale nuova capacità: per lo che mantiensi la primaria temperatura.

Ma se è così, che il ghiaccio fondendosi acquisti maggiore capacità, dovrebbe in qualche caso l'acqua provenuta dalla fusione del medesimo, trovarsi vieppiù fredda, e far discendere il termometro sotto il punto della congelazione; poichè accresciuta, come si suppone, la *capacità* di esso ghiaccio reso fluido, il suo *calore assoluto*, ossia la dose di fuoco, che si trova avere, più non basta a mantenere il *calor sensibile* al grado di prima (il quale sebben segnato *zero* nella scala di RÉAUMUR, dista molto ancora dal vero *zero*, voglio dire dalla mancanza totale di calore, come ognuno può credere e come avremo occasione di dimostrare in modo particolare), e l'opposto dovrebbe seguire quando l'acqua s'indura in ghiaccio; cioè dovrebbe innalzarsi il *calor sensibile* dalla dose di fuoco, che tal corpo si trova avere, resa ora ridondante per la sminuita *capacità* del medesimo.

Or questo è appunto ciò, che succede. O il ghiaccio si squaglia senza calore estraneo, senza addizione di fuoco, per l'azione e. g. di qualche sale; e in questo caso si raffredda realmente, com'è conosciuto da tutti i Fisici; e si raffredda a misura della sua più rapida soluzione: o si squaglia mediante la comunicazione di calore esterno, colla sopraggiunta di nuovo fuoco; e

Digitized by Google

allora questo fluido calorifico insinuandosi, riempie mano mano la *nuova capacità*, che risulta, compensa il freddo, che in virtù di tal fusione si produce; onde il calor sensibile non è nè diminuito nè accresciuto, fintanto che rimane alcuna porzione di ghiaccio ancora da squagliarsi, come si è detto poco sopra.

I fenomeni veramente sorprendenti del raffreddamento del ghiaccio, allorchè si fonde per mezzo de' sali, e singolarmente per mezzo dello spirito di nitro, potentissimo in ciò; questi fenomeni, intorno a cui tanto si sono affaticati i Fisici, per renderne ragione, e sempre in vano, si spiegano ora colla nuova teoria in una maniera così facile, e soddisfacente, come si è potuto vedere, che questo solo basterebbe a dare un gran peso di probabilità, ove la medesima non fosse altronde già comprovata da tanti fatti, e posta si può dire nel numero delle verità fisiche.

Il Dott. BLACK, a cui si devono le prime primissime scoperte di questo genere, poichè fino avanti il 1758. avea trovato il calore, che si *perde* in certo modo nella fusione del ghiaccio, e che si depone dall'acqua e ritorna *calor sensibile*, nell'atto che quella s'agghiaccia, ha chiamato tal calore, soggetto a scomparire, *calor latente*. Il Sig. WILCKE, il quale ha fatto alcuni anni dopo la medesima scoperta, ed ha determinato accuratamente con una lunga e variata serie di sperienze la quantità di calore, che scompare nella fusione del ghiaccio, e che fu anzi il primo a pubblicare tali scoperte nelle *Memorie dell'Accademia di Stockolma* (il Dott. BLACK niente avendo su di ciò pubblicato), il Sig. WILCKE, dico, è di parere, che questo calore scompaia, perchè la quantità corrispondente di fuoco elementare si *fissi* realmente, e perda ogni sua mobilità, e forza espansiva, ogni azione calorifica, a quel modo che l'aria fissa perde e forma aerea, ed ogni elasticità combinandosi colla calce. Lo stesso sembra opinare il Cav. LANDRIANI, *Opusc. Fis. Chim.*, la qual idea è diversa da quella de' Signori IRVINE, CRAWFORD, KIRWAN, MAGELLAN, e nostra; noi pertanto non considerando se non la diversa *capacità* a contenere il fluido igneo propria di diversi corpi, o del medesimo corpo ne' suoi diversi stati di solidità, o di fluidità, non veniamo a privar mai tale elemento della sua azione calorifica innata ed essenziale, contenti di diminuirne soltanto l'energia a misura che s'accresce la *capacità* o tenuta del corpo, come spiegato abbiamo. Non possiam concepire, che un elemento sì attuoso, sì vivido qual è il fluido igneo, giaccia mai inerte del tutto. Niuna porzione dunque di fuoco, o materia calorifica, a giudizio nostro, si *fissa* realmente entro all'acqua, che proviene dalla liquefazione del ghiaccio, nella maniera che si fissa nella calce, si consolida, e perde ogni elasticità l'aria fissa (detta appunto *fissa* per tale proprietà), niuna porzione diviene inattiva assolutamente; ma tutta quant'è la detta materia del calore soffre un debilitamento dell'innata sua mobilità, forza espansiva, e potenza calorifica, proporzionato alla maggior attrazione delle molecole dell'acqua, alla maggior *forza ignifera* (giusta l'espressione del Sig. BUCCI), alla maggiore *capacità* insomma (al qual profitto richiamo l'esempio dell'acqua impregnata

Digitized by Google

d'aria fissa tuttavia elastica); quindi non è mai, che cessi di esercitare il suo niso, e di produr calore, ma questo niso, e l'effetto sensibile di questo calore è minore nell'acqua, che nel ghiaccio (a peso eguale), in ragione, ripetiamolo pur un'altra volta, che la *capacità* di quella è maggiore della *capacità* di questo.

In altra maniera, come potrebbesi intendere, che il calore sparisca nella miscela di tali altri corpi, che non cangiano punto stato, o natura? Quando nelle sperienze già addotte una lib. di acqua si riscalda di 1. gr. solamente per ogni 20., che ve ne perde una lib. di piombo, dirassi forse che la quantità di fuoco corrispondente al calore, che sparisce, si fissa, si consolida, divien principio costituente? Ma come, e dove, se l'acqua, e il piombo rimangono nello stato, e condizione di prima? Qui dunque non è, che la *capacità* diversa, cioè 20. volte più grande nell'acqua, che nel piombo, la quale può spiegare il fenomeno, salva, e illesa la natura, e l'indole dell'elemento igneo, sempre caldo, sempre attivo, e mobile.

Queste osservazioni servono a modificare anche il termine di *calor latente* introdotto, come s'è detto, dal Dott. BLACK: giacchè a propriamente parlare il fluido calorifico passando da un corpo all'altro rimane quello che è, e punto non cessa di produrvi il naturale suo effetto, che è il *calore*, sebbene risulti nell'intensità or maggiore, or minore, cioè sorgano più o meno gradi di *calor sensibile*, o termometrico da una istessa dose di detto fluido calorifico, non che in diversi corpi, ma nel corpo medesimo, allorchè si cangia questo da solido in liquido, da liquido in vapore, e viceversa. Che se vogliansi dinotare semplicemente per *calor latente* quei gradi di *calor sensibile*, che per l'accresciuta capacità del recipiente, vengan meno, e tornano poi a manifestarsi, ove si ristringa di nuovo la detta capacità, noi l'adotteremo di buon grado; ed useremo noi pure di questo termine per abbreviare talvolta alcune spiegazioni.

Or ritorniamo al ghiaccio, che nel liquefarsi assorbe, e in certo modo distrugge una gran quantità di calore, o a meglio dire lo rende *calor latente* nel senso or ora spiegato. Sperienze di ogni genere concorrono a farcelo vedere; ma quelle sopra tutto di mescolare il ghiaccio coll'acqua calda, che ha sì bene seguite il Sig. WILCKE, oltre al dimostrarci evidentemente la stessa cosa in generale, e all'ingrosso, determinano la quantità di questo calore, che si fa *latente*; cioè quanti gradi di calore termometrico corrispondano all'aumento di capacità di esso ghiaccio sciolto.

Ad una lib. di ghiaccio, la cui temperatura è 0. del Ter. RÉAUM., si sopraffondi una lib. di acqua calda a 58. gr., resterà la miscela dopo l'intera fusione a 0. I 58. gr. di calore spariti, consumati, divenuti *calor latente* nel senso del Sig. BLACK, o *fuoco fisso* secondo il Sig. WILCKE, ed altri, sono passati secondo noi, conformemente alle idee di CRAWFORD, e degli altri Inglesi già citati, a riempire in giusta proporzione la nuova capacità del ghiaccio fuso.

Se si fosse versata l'istessa lib. d'acqua calda 58. gr. sopra una lib.

Digitized by Google

non di ghiaccio, ma di acqua fredda egualmente che il ghiaccio, cioè alla temperatura 0., il calore della miscela sarebbesi trovato 29. gr. Avendo noi dunque in questo caso 2. lib. d'acqua calda 29. gr., quantità di calore equivalente a gr. 58. di 1. lib. sola, avendo, dico, tal calore invece di 0., sol per avere sostituito ad una lib. di ghiaccio un'egual massa d'acqua, sebbene fredda egualmente che il ghiaccio, cioè anch'essa a 0., risulta che l'acqua alla temperatura del ghiaccio possiede 58. gr. di *calor latente*, che mancano a questo; vale a dire contiene tanto maggiore quantità di *calore assoluto*, ossia di fuoco, quanto corrisponde a 58. gr. di *calor sensibile*: vale a dire ancora, che se fosse possibile di ridurre il *calore assoluto* dell'acqua, ossia la sua dose di fuoco, eguale a quella del ghiaccio, e l'acqua rimanesse tuttavia fluida, farebbe discendere il termometro a 58. gr. sotto il punto del ghiaccio; e reciprocamente se possibile fosse di portare il ghiaccio, senzachè si fondesse, ad avere l'eguale quantità di *calore assoluto*, ossia di fuoco, che ha l'acqua alla temperatura 0., non segnerebbe già esso 0., ma 58. gr. al dissopra, anzi pure 63. in 64., attesa la *capacità* del ghiaccio di 1/10 minore di quella dell'acqua, come dinota la tavola qui sopra.

Ripetendo l'esperienza del ghiaccio misto ad acqua calda più di 58. gr., e. g. a 70. sempre i 58. circa spariranno, diverranno *calor latente*, e i soli 12. residui dividerannosi per metà, come ben si comprende.

Il ghiaccio esposto all'aria calda, al sole, o al fuoco, vi rimane, come abbiam già osservato, assai lungo tempo, prima di fondersi intieramente. Ora aggiungeremo, che mette tanto tempo appunto a compiere la fusione, quanto se ne richiede a somministrargli 58. gr. di calore, che è l'esigenza del ghiaccio convertito in acqua: la qual cosa si può calcolare facilmente se non con tutta esattezza, presso a poco almeno (*a*). Osserveremo qui, che sono un presso a poco anche i 58. gr., che si attribuiscono di *calor latente* all'acqua sopra il ghiaccio, trovandosi qualche piccola differenza tra i risultati di WILCKE, di BLACK, e d'altri, inevitabile in questo genere di sperienze delicate.

Veduto l'assorbimento del calore nella liquefazione del ghiaccio, vediamone ora lo sviluppo, e la sua nuova comparsa nella conversione dell'acqua in ghiaccio. È noto da molto tempo ai Fisici, che l'acqua rimane fluida, quantunque raffreddata di 10. e più gr. sotto il punto della congelazione, sol che

(*a*) Collocandosi separatamente dal ghiaccio, e un peso eguale di acqua alla temperatura eguale presso a poco a quella del ghiaccio in un ambiente, che abbia e. g. 15. gr. R. di calore, osservisi di quanti gradi l'acqua innalzi il termometro nei primi minuti: supponiamo che sia 1. gr. per minuto. Un'eguale quantità di fuoco si può ben credere, che passi al ghiaccio per ciascun minuto successivo, finchè dura in esso la temperatura di O. R. Or questa durerà 58. minuti circa, e altrettanti ci vorranno a compiersi la fusione di tutta la massa. Riceverà dunque prima di scaldarsi sensibilmente tanta quantità di fuoco, quanta basterebbe ad innalzare 58. gr. il calor sensibile dell'acqua.

Digitized by Google

riposi quietissima, e difesa da qualunque moto dell'aria. In tale stato se venga ad essere scossa, comunque leggermente, si congela tutta all'istante, e si riscalda notabilmente, tanto che il termometro immerso, che segnava molti gr. al di sotto di 0., s'innalza a un tratto fino a questo punto.

In tale sperienza non possiamo misurare la quantità di calore, che si svolge dall'acqua in grazia d'essere convertita in ghiaccio: bisognerebbe tener conto di tutto quello, ch'è svanito durante la lunga esposizione dell'acqua all'ambiente freddissimo. Si comprende però, che tutto insieme equivalerebbe ai 58. gr. di *calor latente*, che ha l'acqua alla temperatura del ghiaccio, e che deve deporre prima di passare dallo stato fluido a quello di solido; e si tocca, dirò così, con mano la restrizione, che soffre la sua *capacità* all'atto di tale metamorfosi.

Or passiamo a far osservare come queste sperienze sul calore, che assorbe il ghiaccio liquefacendosi; e il quale divien *latente* nell'acqua, combinate con altre sulla *capacità* e *calor assoluto* di diversi corpi, ci hanno finalmente condotto a poter determinare quanto disti il termine, in cui comincia l'acqua a congelarsi, il quale propriamente non è che un calore inferiore di 80. gr. al calore dell'acqua bollente, quanto, dico, questo termine della congelazione segnato 0. nella scala di RÉAUMUR, disti dal vero *Zero*, cioè dalla privazione totale di calore, dal freddo assoluto.

Essendosi determinate, giusta il metodo, che abbiamo sopra spiegato, le quantità comparative di *calore assoluto*, ossia di fuoco, che contengono diversi corpi a peso, e temperatura eguali; in una parola le *relative capacità*; si è trovato la capacità del piombo, il suo *calore assoluto* essere alla capacità, al *calore assoluto* del ghiaccio, come 1. a 18., e del piombo all'acqua come 1. a 20., d'onde s'inferisce, che la *capacità* del ghiaccio, il suo *calore assoluto* è a quello dell'acqua come 9. a 10. Quando il ghiaccio pertanto passa allo stato di acqua, la sua dose naturale di fuoco, il suo *calore assoluto* accrescer debbesi di 1/10; e con tal aumento, ch'esige il nuovo *stato* del corpo, la nuova *capacità* acquistata, non s'alza già il *calor sensibile*, bensì s'abbassa, ove il corpo medesimo conseguir nol possa, come nella liquefazione del ghiaccio, che si fa senza addizione di fuoco per opera de' sali ec. Or questo aumento di 1/10 del *calore assoluto* ci han fatto vedere le sperienze sopra riferite corrispondere a 58. gr. RÉAUM.; dunque il totale corrisponde a dieci volte 58. cioè a 580.

Resta dunque fissato a 580. gr. sotto 0. della scala Réaumuriana il termine della privazione totale di calore, del freddo assoluto: o, che è lo stesso, il limite della congelazione dell'acqua è un vero calore di 580. gr. seguendo la detta scala. E siccome coll'aggiunta di non più di 80. altri gradi l'acqua entra in ebullizione (sotto il peso ordinario dell'atmosfera; giacchè a misura, che soffre minor pressione, un minor calore basta a farla bollire); si fa quindi manifesto, che la quantità di fuoco, che porta l'acqua alla bollitura, supera di poco più

Digitized by Google

di 1/8 quella quantità, che comincia appena a fondere il ghiaccio, giacchè quella quantità viene solamente ad innalzarne il calore da 580. a 660. gr. (*a*).

Questo calcolo però, e queste deduzioni sono fondate sopra una supposizione, ed è, che i rapporti delle capacità dei corpi, semprechè perseverino nel medesimo stato di solidità, o di fluidità, sieguano ad essere i medesimi discendendo anche molto verso il limite del freddo assoluto; e che quindi ad eguali gradi di *calor sensibile*, corrisponda nel medesimo corpo sempre eguale quantità di *calore assoluto*, egual dose di fuoco elementare; supposizione però niente gratuita; attesochè per molti gradi al di sotto della congelazione dell'acqua, e per molti più al disopra si son trovati in tutte le sperienze non variare punto tali rapporti di capacità. Così per esempio il piombo è sempre comparso venti volte men capace dell'acqua, o fosse questa, o fosse esso caldo 10. 30. 60., e più gradi sopra il punto della congelazione; e diciotto volte men capace del ghiaccio, a qualunque grado sotto il detto punto si trovasse l'uno, o l'altro al tempo del miscuglio. In somma non abbiam fondamento di temere alcuna anomalia, o variazione nelle capacità rispettive, ben inteso, che il solido rimanga solido, e il fluido fluido: nè vogliamo supporle, finchè evidenti sperienze non ce le dimostrino.

La scoperta dei 580. gr. di vero *calor sensibile*, che ha il ghiaccio, ed hanno i corpi tutti alla temperatura del ghiaccio, cioè di tanta quantità di *calore assoluto*, ossia fuoco contenuta già in ciascheduno, per una tale temperatura, quanta, se si raddoppiasse, ne innalzerebbe il *calor sensibile* a 580. gr. sopra detto punto della congelazione; questa scoperta certamente è una delle più belle, che far si potessero, ed è interessantissima. Si sapeva bene, che il termine della congelazione non era che un calor minore di altri termini se-

(*a*) Se è consentaneo ai fatti fin qui riferiti di concepire la scala del termometro Reaumuriano prolungata a 580. gr. sotto il punto della congelazione dell'acqua, e fissato a quest'ultimo termine il vero *zero*, non è però, che sia necessario il segnarvi realmente tutti questi gradi anzi sarebbe cosa affatto inutile; giacchè nè naturalmente, nè per arte potrà mai aversi una privazione totale di calore; oltredichè il mercurio stesso, congelandosi assai prima di giugnere a questo termine (verso gli 80. gr. sotto il ghiaccio, secondo Black e Irvine, e secondo altri più abbasso), non discende più nel termometro regolarmente, e manca così al suo ufficio. Basterà dunque, e ciò per qualche termometro solamente destinato a questa sorte di sperienze, prolungare la scala a 80. gr., o 100. al più sotto la congelazione dell'acqua, che è, per quanto sappiamo, il freddo più intenso, che siasi mai potuto ottenere: per gli altri termometri comuni basta molto meno, bastano pochi gradi, cioè 15., o 20. sotto detta congelazione. Non sarebbe però male, se invece di segnare 0. qual limite della fusione del ghiaccio, si segnasse col numero dei gradi veri di calore, che secondo il calcolo sono 580., seguendo nel resto la scala Reaumuriana tanto sotto, quanto sopra tal punto, cioè marcando 500. gr. il limite della congelazione del mercurio, 612. il calor animale, 660. quello dell'ebullizione dell'acqua ec.; sarebbe, dico, più conveniente il così segnare il termometro, perciocchè ne presenterebbe a prima vista i giusti rapporti del calore, ossia quale proporzione abbiano gli aumenti, e decrementi, che vi osserviamo, col calor totale.

Digitized by Google

gnati nella scala termometrica, minore cioè di 80. gr. del calore dell'ebullizione dell'acqua, di 32. del calor animale ec.; e che restavano ancora molti gradi da misurare al disotto, prima di giugnere alla privazione totale e assoluta di calore; ma questi gradi erano indeterminati, e mal si sarebbero potuti indovinare.

Quello che abbiam osservato del ghiaccio, che liquefacendosi acquista maggiore *capacità* per contenere il calore, onde siegue una diminuzione dell'azione calorifica, ossia un vero raffreddamento, quando non venga altronde supplito coll'aggiunta di una dose di fuoco proporzionata a tale aumento di capacità; e viceversa dell'acqua, che condensandosi in ghiaccio si fa di *capacità* minore, onde cresce l'azione calorifica, ossia producesi caldo (tanto più sensibile, quanto l'agghiacciamento è più rapido); il medesimo avviene pur anche dell'acqua allorchè si converte in vapori, e dei vapori quando ritornano in acqua; cioè si dà luogo a raffreddamento nel primo caso, e a riscaldamento nel secondo.

Che l'evaporazione produca freddo, è cosa ormai conosciuta anche da chi non è Fisico. Ma i Fisici stessi non la conobbero bene, se non dopo le sperienze del Dottor CULLEN [1] (medico celebratissimo, e Professore nella stessa Università di Edimburgo, ove professa la Chimica il già lodato Dottor BLACK, che ha tanta parte nelle moderne scoperte), e dopo quanto ne scrisse il Sig. FRANKLIN (v. *Evaporazione*).

Cotesto raffreddamento è sempre in proporzione della più pronta, e più copiosa evaporazione. Lo spirito di vino assai più svaporabile dell' acqua produce altresì un freddo assai più sensibile. L'etere, il più volatile di tutti i liquori conosciuti, ne produce uno intensissimo: con esso si può agghiacciare anche in tempo caldo, e in breve d'ora, l'acqua in un vaso, bagnandolo al di fuori a varie riprese. Si può, dice il Sig. FRANKLIN sempre originale nelle sue idee, far morire di puro freddo una persona, esponendola al sole di mezza state, e bagnandola con un liquore tiepido, e il più infiammabile che si conosca.

Molte prove ci fanno vedere, che il vapore dell'acqua bollente rapisce a sè molto *calore assoluto*, ossia fuoco, al di più di quello, che si manifesta in esso come *calor sensibile*. Questo dippiù diviene *calor latente*, e in certo qual modo un *ingrediente* del vapore medesimo, come l'intendono i discepoli del Dottor BLACK, alquanto diversamente da noi, che spieghiamo ciò col sol principio dell'*accresciuta capacità*, o potenza a raccogliere, e contenere l'elemento del calore: principio, che ci ha servito, e ci servirà per tutti gli altri fenomeni di questo genere. Tra la folla di queste prove, scegliamone una sola, che è palpabile, ed ovvia a tutti. Quando si pone una marmitta piena d'acqua

---

[1] *Cullen William: On the cold produced by evaporating fluids and of some other means of producing cold.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

sopra un fuoco ben ardente, acquista l'acqua successivamente, e in poco tempo tutti i gradi di calore fino al 80. RÊAUMUR, sopra il punto della congelazione: allora cominciando a bollire non si riscalda d'avvantaggio, per quanto rimanga a fuoco; eppure continua ad entrare in detta acqua sempre nuova copia di materia calorifica, essendo l'intensità del fuoco sottoposto moltissimo superiore alli 80. gr. Dove va dunque, e cosa diviene questo fluido igneo, che non accresce più il calore sensibile nè dell'acqua, nè del vapore? Esso è rapito dal vapore medesimo, il quale a misura che si forma, *esige* per l'accresciuta sua capacità, o potenza a contenere il calore, o *forza ignifera*, se così piace di chiamarla col Sig. BUCCI, maggior quantità di *calore assoluto*, esige nuova dose di fuoco.

Questo calore perso in certo modo nell'ebullizione, questo *calor latente* nel vapore, lo ritroviamo poi col Sig. BLACK nell'atto, in cui esso vapore si condensa. Si vede infatti, che piccola quantità d'acqua in forma di vapore deposita molto più calore, che un'eguale quantità d'acqua bollente, sebbene la temperatura sia presso a poco eguale in questa e in quello, cioè di 80. gr. RÊAUMUR, circa. L'acqua nel refrigeratore dell'alambicco diventa calda a segno di non potervi tener la mano, mercè la condensazione di poche oncie di vapore; laddove versandovi altrettante oncie di acqua bollente, appena diverrebbe tepida.

I condotti del fumo nelle stufe non si riscalderebbero tanto da ritrarsene un sì gran vantaggio nelle Serre ec., se non fosse il *calor latente*, che depositano i vapori condensabili di esso fumo. Aggiungerò per ultimo, che si è fatta recentemente una sperienza, che comprova nella miglior maniera, come il *calore assoluto* del vapore, ossia la quantità di fuoco, che contiene, sorpassi di molto quella dell'acqua portata all'istesso grado di *calor sensibile*. Se comprimasi con qualche mezzo meccanico in un recipiente il vapore dell'acqua bollente, che segni 80. gr. circa di calore, non più, che l'acqua bollente medesima, questo calore s'innalzerà di molti, e molti gradi, senza addizione di fuoco estraneo, mercè solo di quel *calor latente*, che deposita una parte del vapore, il quale per l'accresciuta pressione che soffre cessa d'essere vapore, e si figura in goccie (v. *Vapore*), perdendo con ciò quell'*eccesso di capacità*, che aveva come vapore, e riassumendo la *capacità ordinaria* dell'acqua.

Finora non si è potuto così bene determinare la quantità del *calor latente* del vapore, ossia il suo *calore assoluto* comparativamente a quello dell'acqua, come si è determinato il *calore assoluto* dell'acqua comparativamente a quello del ghiaccio: tali ricerche sono più difficili, non potendo maneggiarsi il vapore, prenderne quel peso, e misura, che si vuole, e mescolarlo nella maniera che si vuole, come si fa dell'acqua e del ghiaccio. Ad ogni modo da molte sperienze state fatte a questo oggetto, singolarmente in Iscozia, si ricava, che il *calor latente* del vapore, secondo il linguaggio di que' Fisici, e secondo il nostro,

Digitized by Google

che la dose di fuoco, cui esige l'eccesso di *capacità* che ha il vapore sopra un egual peso d'acqua, corrisponde a 350. in 400. gr. del term. RÉAUM. Veggasi *An Inquiry in to the Effects of Heat, London* 1770., e un'opera più recente del Dottor LESLIE, *Inquiry in to the Causes of Animal Heat, London* 1778. La differenza per tanto, che si è trovata tra il *calore assoluto* dell'*acqua*, e quello del *ghiaccio*, sotto egual temperatura, cioè la differenza tra le rispettive *capacità*, è poca cosa in confronto della differenza che passa tra la *capacità* dell'*acqua* medesima, e la *capacità* del *vapore*; tra il *calore assoluto* dell'uno, e il *calore assoluto* dell'altra, la temperatura supposta sempre eguale: là la differenza corrisponde a 58. gr. RÉAUM., come si è veduto; il che accresce di 1/10 solamente la quantità di *calore assoluto* dell'acqua sopra il ghiaccio, alla temperatura medesima del ghiaccio, supposta questa temperatura 580. gr. sopra il vero *zero*, o privazione totale di calore; qui corrisponde a quasi 400. gr., per cui viene ad accrescersi più di 1/3 la quantità di *calore assoluto* del vapore sopra quella dell'acqua bollente.

Abbastanza a mio credere si son provate le mutazioni a cui soggiace l'acqua rispetto al *calore*, sì *assoluto* che *sensibile*, allorchè cambia stato, ossia forma d'aggregazione, condensandosi in ghiaccio, rarefacendosi in vapore, e ritornando da uno stato, e dall'altro in acqua. Ma non è l'acqua solamente, che sviluppi, o assorba il calore, secondochè si rapprende, o si scioglie: tutti i coaguli generano similmente calore, e tutte le liquazioni freddo. Si attribuisce al Dottor IRVINE Professore di Filosofia a Glasgow di avere con una induzione ben fondata stabilito qual legge universale, che i corpi *fluidi* contengono, a temperatura, ossia *calor sensibile* eguale, maggior quantità di *calore assoluto*, ossia fuoco elementare, che i *medesimi corpi* allorchè sono in istato di *solidità* (di *cristallizzazione*, *fissezza*, o *durezza*); e che i medesimi corpi in istato di *vapore* ne contengono ancora di più, che nello stato di semplice *fluidità*.

Le sperienze che comprovano una tal proposizione sono in gran numero. E primieramente ce la dimostrano i sali, allorchè si sciolgono nell'acqua, non meno che le soluzioni, allorchè si cristallizzano. Nel primo caso, ove si tratti di una semplice soluzione, e non intervenga altra azione capace a turbarne il risultato, producesi sempre freddo, come i Fisici, e i Chimici hanno riconosciuto già da gran tempo; nel secondo manifestasi un calore sensibile, ogni volta che la cristallizzazione facciasi rapidamente; succede benissimo la sperienza con una soluzione carica di *sale di Glaubero*; questa lasciata raffreddare in perfettissima quiete non si cristallizza; se allora si prende in mano l'ampolla che la contiene, e si scuote alquanto, si formano ad un tratto i cristalli, e il calore che se ne svolge in quell'istante si fa sentire alla mano, non che manifestarsi alla prova del termometro.

La cera, i grassi, le resine, ed altri simili corpi, quando sono fusi e riscaldati molto oltre la fusione, se vengano esposti ad un ambiente freddo, si

Digitized by Google

raffreddano gradatamente com'è naturale. Avendovi però per ciascuno un dato grado di raffreddamento, in cui comincia a coagularsi, o divenir solido; giunto, che sia a questo punto, vi rimane per un pezzo, nè si raffredda ulteriormente, ciò che mostra il termometro divenuto stazionario. Ma come può esser questo, se il fluido calorifico, il fuoco, di cui quel corpo è imbevuto, non può cessare, e non cessa di svaporare, e di comunicarsi all'ambiente molto più freddo ancora? La ragione è, che a questa perdita continua supplisce, e la ristora il *calor latente*, che si svolge dal corpo obbligato a scaricarsene a proporzione che passando esso corpo dallo stato *fluido* allo stato *solido*, perde della rispettiva sua *capacità*. Di qui viene, che si sostenga il *calor sensibile* al medesimo punto, finchè rimane alcuna parte del corpo ancora fusa; quando poi la massa è tutta consolidata, allora ripiglia il corso regolare e graduato del raffreddamento, corrispondente alla dissipazione del calore nell'ambiente freddo. La stessa cosa succede nei metalli fusi; il calor sensibile non soffre più diminuzione, malgrado l'ambiente molto più freddo, il termometro si fa stazionario per lungo tempo, quando il raffreddamento ha toccato quel punto, in cui tale, o tal altro metallo comincia a perdere la sua fluidità, fino a che l'intera massa non sia rappresa. Molto belle sperienze di questo genere sono state fatte dal Cav. LANDRIANI, e riportate ne' suoi *Opuscoli Fisico Chimici* 1781. Un'altra sua bella sperienza è quella d'immergere nel mercurio il bulbo di un termometro vestito di foglia di stagno, la quale venendo sciolta dal mercurio, fa discendere il liquore del termometro: evidente prova, che anche questa soluzione produce freddo.

È noto, che in molte miscele di corpi sorge un calore più o meno intenso. Qualor vi abbia coagulo, o principio d'induramento, come e. g. in un miscuglio d'olio, e d'acido vitriolico [1], la cosa si spiega a meraviglia bene per ciò che abbiam detto, che in generale il passaggio dallo stato *fluido* allo stato *solido* non si fa senza che una quantità di *calor latente* diventi *calor sensibile*, cioè senza che si scarichi dal corpo che s'indura, o si spessisce, e quindi perde della sua primiera *capacità*, una dose corrispondente di fuoco; o in altri termini più giusti, senza che la quantità di *calore assoluto*, ossia di fuoco, che conteneva il corpo fluido, diventi ridondante nel medesimo, reso se non solido, assai men fluido, e a proporzione di tal ridondanza accresca il *calore sensibile* di lui, e quindi anche della miscela. Ecco dunque perchè questa si trova più calda, che se niente avessero perso della naturale loro fluidità i due corpi mescolati.

Ma quando mescolando dell'acqua e dell'acido vitriolico concentrato si produce un calore molto forte, e quando sopraffondendo acqua alla calce

---

[1] *In Macq. Diz. Chim. trovasi generalmente*: « *vetriolico* ». *In Cart. Volt. H 3 trovasi invece sempre*: « *vitriolico* ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

viva nasce un calore ancora più intenso ed abbruciante, non pare che ci sia coagulo, nè induramento. Osservo però riguardo al primo, che se l'acido vitriolico s'attenua e si diluisce, l'acqua all'incontro perde la sua fluidità e tenuità ben più che non ne acquista il detto acido; onde risulta sempre nel totale un vero inspessimento, o condensazione; il che si fa evidente dall'occupare minore spazio i due liquidi uniti, di quello che occupavano separatamente. Riguardo alla calce potrebbe dirsi il medesimo, cioè, che incorporandosi coll'acqua più si addensi, e si consolidi in certo modo questa, che non si attenui, e si sciolga quella. Bagnata in fatti la calce, non è più possibile di espellerne tutta l'acqua neppure con un calore violentissimo; quando se fosse rimasta fluida come prima, e la calce ne andasse semplicemente inzuppata come una spugna, pare che un discreto calore basterebbe a volatilizzarla, e privarne intieramente detta calce.

Tale è il modo, con cui io vorrei rendermi ragione del calore eccitato in virtù di una semplice miscela ne' due esempj citati. Confesso però di non essere molto soddisfatto di questa spiegazione, che veggio non potersi così facilmente applicare ad altri esempj, come sono molte dissoluzioni, e tra queste quelle dei metalli accompagnate da vivo calore, l'infiammazione degli olj essenziali per mezzo dell'acido nitroso, ec.

In queste operazioni, probabilmente più azioni concorrono a mutare nel misto, e nei nuovi composti, che dalle nuove combinazioni risultano, la *capacità* à contener il calore; imperocchè il passaggio dallo stato *solido* a quel di *fluido*, o a quello di *vapore*; i *coaguli*, e le *dissoluzioni*, simili accidenti, che abbiamo considerati fin qui, son bene tali, che alterano in più o in meno la detta *capacità*; ma non è da credere, che siano i soli, che influiscano su di ciò; anzi nemmeno i principali. Se lo stato, che può dirsi puramente accidentale, di aggregazione solida, o fluida fa, che sia diversa nel medesimo corpo la *capacità* a contenere l'elemento igneo, diverso a temperatura eguale il *calore assoluto*, come abbiam mostrato fin qui, quanto più poi vi avrà di diversità a questo riguardo in corpi sostanzialmente diversi, che hanno principj costituenti di diversa natura, e diversamente combinati? Non è questa una semplice congettura: le sperienze moltiplici, di cui abbiam parlato al principio di quest'articolo, intorno alla distribuzione del calore tra corpi di specifica natura diversi, ce ne fan fede. Basta gettar l'occhio sopra la tavola ivi esposta dei rapporti del *calore specifico*, cioè delle *quantità comparative* di fuoco contenuto in diversi corpi a temperatura eguale, per vedere, quanto differiscano fra di loro a tal riguardo quelli di differente natura. Or qual meraviglia, se nell'atto di formarsi nuove combinazioni, e nuovi composti di natura appunto diversa, succedano cambiamenti insigni nella *capacità* o potenza di raccogliere, e contenere la materia calorifica (nella *forza ignifera* direbbe il Sig. BUCCI), onde innalzisi il *calor sensibile*, o si deprima, senza che punto si cambj

Digitized by Google

la quantità di *calore assoluto*, secondo che tale *capacità* si fa più piccola o più grande? Facilmente ancora si comprende, che ove moltiplici siano le decomposizioni, e composizioni, vi avranno dei compensi rispetto al calore quinci svolto, e quindi assorbito; onde risulterà nell'intero corpo della miscela o sensibile riscaldamento, o raffreddamento, secondo che prevaleranno nel totale le restrizioni, o le ampliazioni di *capacità*; secondo che vi sarà più di *calor latente* divenuto *sensibile*, o di *calor sensibile* divenuto *latente* ec.

Quello che può far meraviglia si è, che siano tanto più frequenti i casi di riscaldamento delle miscele, che di raffreddamento; e che quello sia anzi il caso ordinario delle dissoluzioni, che si fanno con effervescenza. Potremmo ricorrere alle incursioni, urti, e sfregamenti delle particelle minime, come fa il comune dei Fisici, che attribuiscono a questo il calore, che in tali circostanze si produce senza cercare più oltre. Ma oltredichè una tale spiegazione ci sembra arbitraria, e vaga, e non soddisfa; noi vorremmo anche questo fenomeno del calore generato nella più parte delle dissoluzioni, assoggettarlo al medesimo principio semplice, e fecondo, che spiega tanti altri fenomeni del calore, cioè a quello della *mutata capacità* ne' corpi a contenere la materia calorifica in occasione, che cambiano natura, o costituzione. Troppo ci converrebbe diffonderci per dimostrare l'insussistenza, o l'insufficienza almeno della sopraccennata opinion comune; onde toccheremo sol qualche cosa di volo. Un fluido per quanto si dibatta, e le sue parti si premano, urtino, e si soffeghino, veggiam noi mai che si riscaldi? All'incontro avviene non di rado, che due fluidi diversi, con molto minor agitazione delle parti mescendosi si può dire tranquillamente, si riscaldino a un alto grado, come l'acido vitriolico coll'acqua, o meglio coll'olio d'ulivo. Ma quel, che più fa, è, che non tutte le miscele e dissoluzioni, che si operano con evidente moto intestino, e tumultuoso delle parti, sono accompagnate da calore; che anzi ve ne ha, in cui si genera freddo. Venendo ora all'applicazione del nostro principio, dicemmo, che può forse far maraviglia il vedere, che molte più siano le dissoluzioni seguite da riscaldamento, che quelle seguite da raffreddamento. Ma cesserà anche questa maraviglia, se ci faremo a considerare, che i corpi men composti, e i solventi più semplici, e più puri sono generalmente quelle sostanze, che hanno, siccome maggiore tendenza alla combinazione (v. *Affinità*, *Attrazione*, *Causticità*), così anche maggior potenza a raccogliere, e ritenere la materia del calore, maggiore *capacità*, come si può vedere nella tavola, che ne espone le *quantità comparative di fuoco* elementare posseduto da diversi corpi: ivi l'aria pura, l'acqua, gli acidi deflogisticati sono notati, come più ricchi di detto elemento del calore, che la stessa aria, l'acqua, e gli acidi men puri, che i sali medj, che le terre, e calci metalliche, e molto più che i metalli. Or in tutte quante le dissoluzioni, che producono calore, è facile vedere, che per parte massimamente del dissolvente, che si combina con altra sostanza, e forma un

Digitized by Google

composto, in cui la capacità, o potenza di contenere il *calore assoluto*, ossia fuoco elementare divien minore di quel, che fosse nel dissolvente puro, debbe innalzarsi il *calor sensibile*; e lo stesso per parte ancora dell'altro principio, o base, con cui esso dissolvente si combina. Pare anzi, che dovrebbe risultare un calore ancor più grande di quello, che osservasi in simili combinazioni, se compensato non venisse più o meno dallo stemperarsi il corpo solido nel fluido dissolvente, il quale stemperamento per sè produce freddo, come abbiam veduto; e dalla perdita del flogisto, che accompagna d'ordinario queste dissoluzioni, segnatamente quelle dei metalli; la quale perdita, o diminuzione di flogisto accresce di molto la *capacità* de' corpi rispetto all'elemento del calore, come vedremo tra poco, ove della massima influenza del flogisto a far variare le dette capacità parleremo di proposito. Basti pel presente nostro oggetto il sapere, che al flogisto devonsi nella più gran parte le mutazioni di capacità, che nelle miscele, e nei nuovi composti risultano.

Qui cade in acconcio di far osservare, che per determinare le rispettive *capacità* di diversi corpi, i rapporti del *calore specifico* (giusta l'espressione del Sig. MAGELLAN), o a meglio dire le quantità comparative di *calore assoluto*, per determinar, dico, tali rapporti col mezzo fin da principio indicato, consistente a mescolar due corpi inegualmente caldi, e confrontare quel, che l'un perde di *calor sensibile* con quello, che l'altro ne acquista in via di semplice comunicazione, è necessario, ad oggetto di non confondere questo calore puramente comunicato con altro calore, che per avventura si generi, appigliarsi a que' corpi, che non hanno alcuna azione un sopra l'altro, a quelli, che mescolandosi insieme, quando sono egualmente caldi, punto non alterano la temperatura. Per quei, che hanno un'azione reciproca, e che producono riscaldamento, o raffreddamento, noi crediamo di poter avanzare, che nel totale della miscela risulta maggiore, o minore *capacità*, che non è la somma delle *capacità* dei corpi medesimi presi separatamente: nello stesso tempo però, che avanziamo un tal giudizio sull'aumento, o decremento della *capacità* totale, veggiam bene, che impossibile ci si rende nella moltiplicità di azioni concorrenti, di calcolare esattamente l'influenza di ciascuna sopra la detta capacità. Se non che questa accresciuta, o diminuita capacità nel totale della miscela, cagione, come noi pensiamo, del raffreddamento, o riscaldamento, che l'accompagna, sembraci, che si potrà in altro modo direttamente dimostrare coll'esperienza, quando almeno dai corpi mescolati, che hanno azione reciproca un sopra l'altro, non si è separato alcun principio volatile, come flogisto, alcali volatile, aria fissa, o infiammabile ec., o troppa quantità di vapori; la qual cosa lascerebbe dell'incertezza. Nell'esempio della calce viva, che si riscalda potentemente, allorchè si satura di acqua, l'esperienza, che indichiamo, è questa. Suppongo, che si sia trovata la *capacità* della calce viva essere a quella del piombo, come 5. a 1. La capacità del piombo sappiamo già

Digitized by Google

che è a quella dell'acqua, come 1. a 20. (v. la tavola). Suppongo per facilità del computo, che a saturare una libbra di calce, vi sia entrata una libbra di acqua. Se niente han sofferto le rispettive *capacità*, se sussistono nel totale, quali eran prima, questa calce estinta coll'acqua, del peso ora di 2. lib., debb'essere 25. volte più capace di 1. lib. di piombo. Per conseguenza mescolando le dette 2. lib. di calce bagnata con questa libbra di piombo a grado di calore diseguale, la mutazione, che soffriranno, per venire ad una temperatura comune, sarà 25. volte maggiore in questo, che in quella, cioè ad ogni grado di calore perso dalla calce, se questa era la più calda, od acquistato dalla medesima, se era la men calda, corrisponderanno 25. gr. acquistati, o persi dal piombo. Ma se nel fatto della sperienza venisse a riscontrarsi, che 25. gr. di calore persi da quella libbra di piombo aumentassero il calore delle due lib. di calce estinta assai più in là di 1. gr., e reciprocamente che 1 gr. perso da questa accrescesse meno di 25. gr. il calore del primo, ecco allora confermato ciò che presumiamo, che l'acqua, e la calce combinate insieme hanno minore *capacità*, cioè contengono (passato il riscaldamento nato per l'unione medesima) meno fuoco elementare, che separate; e che per conseguenza non hanno potuto unirsi senza dar fuori in forma di *calor sensibile* quella dose di fuoco elementare, che attesa l'accennata restrizione di *capacità* era divenuta ridondante.

Simili sperienze estese a varj generi di quelle miscele, in cui succede riscaldamento, o raffreddamento, e in cui è evidente l'azione reciproca dei corpi, o delle parti componenti i medesimi, di quelle miscele, in cui per una, o più decomposizioni, e combinazioni vengono a formarsi uno, o più nuovi composti, potranno condurci molto avanti nelle ulteriori investigazioni sopra il calore elementare, che abita ne' corpi. Non sappiamo, che di tali ne siano state fatte ancora, almeno secondo le viste da noi proposte. Quelle, che han servito a determinare i rapporti delle *capacità*, ossia le quantità comparative di fuoco ne' corpi, sono state fatte col mescolare tali sostanze, che non soffrono alterazioni di sorta, o quelle più accidentali che essenziali, che porta il passaggio dall'aggregazione solida all'aggregazione fluida, ed alla vaporosa, e viceversa. Il nuovo campo, che per noi si apre colle miscele, che dan luogo a decomposizioni, e composizioni, è assai vasto, e più difficile a scorrere: aggiungiam pur anche, che non osiam predire quanto i risultati delle sperienze, che proponiamo, favoriranno le nostre idee finora indeterminate, e vaghe. Checchè ne sia, simili ricerche non rimarranno senza la loro utilità.

Lasciando ora le congetture, e i tentativi di esito ancora incerto, passiamo a fatti già avverati dalla sperienza, e fecondi delle più belle conseguenze. Fra i cangiamenti, i quali sopravvenendo a un corpo ne diminuiscono, o accrescono la *capacità*, ossia potenza di contenere la materia calorifica, o fuoco elementare (alcuni de' quali, come si è veduto, ci sono noti, ed altri non an-

Digitized by Google

cora) si distingue specialmente, e merita singolar considerazione la dose accresciuta o diminuita di *flogisto*: merita, dico, una considerazione particolare perciocchè ci mena diritto alla teoria della *combustione*, ed a quella del *calor animale*.

Da molti sperimenti fatti dal Dottor IRVINE sopra diversi corpi ad oggetto di determinare le *quantità comparative* di fuoco in ciascuno, e da molti suoi, ricava il Dottor CRAWFORD, a cui si deve sì bella applicazione, che « i corpi son tanto men capaci a contener calore, quanto più loro s'aggiunge di « flogisto; e tanto più sono capaci, quanto più da loro si separa di questo prin« cipio » (*Experiments and Observations ec. Sect.* II, *Prop.* III). Scorrendo la tavola delle quantità comparative di *calore assoluto* nei diversi corpi, si può osservare, come generalmente quelli, che più abbondano di *flogisto*, meno contengono di *fuoco* puro elementare, e reciprocamente i più poveri di quello, sono i più ricchi di questo. Che se pure vi hanno alcuni proveduti a un tempo stesso di molto fuoco, e di molto flogisto, come l'alcali volatile, lo spirito di vino, il sangue arterioso, che hanno più *calore assoluto*, che l'acqua e il fegato di solfo volatile, il sangue venoso, che ne hanno a un di presso quanto l'acqua, tuttochè incomparabilmente più abbondanti di flogisto, che essa; è da riflettere, che in sostanze di natura affatto diversa, oltre il flogisto, altri principj è ben naturale, che influiscano a modificare la *capacità*, o potenza di contenere il fuoco elementare. Ma ciò non deroga punto a questa proposizione comprovata da fatti indubitabili: che ciascun corpo secondo la propria natura tanto *perde* della sua *capacità* a contenere il *calore assoluto*, ossia fuoco elementare, quanto gli si aggiunge del *flogisto*, e viceversa. Consultisi l'indicata tavola, e vedrassi che ogni calce metallica possiede assai più *calore assoluto*, che il metallo formato di essa, e di flogisto; così ciascun acido deflogisticato più, che il medesimo acido flogisticato; così l'aria deflogisticata più, che l'aria fissa, e la flogisticata; così il sangue arterioso più, che il venoso, ch'è più pregno di flogisto ec. Ma convien trattenerci un poco a lungo intorno all'aria.

Riflettendo a ciò, che ogni aggiunta di flogisto diminuiva la capacità di contenere la materia del fuoco in quanti corpi si erano fino allora sottoposti alle sperienze di questo genere, il Dottor CRAWFORD inferì prima per analogia, che lo stesso accader dovesse nell'aria, quando si flogistica. Ora tra i mezzi di flogisticar l'aria la *combustione*, e la *respirazione* si riconoscono dei primi (v. *Combustione*, *Aria deflogisticata*, *Aria fissa* ec.). Se dunque la supposizione era vera, dovea per l'uno, e per l'altro di questi processi risvegliarsi calore entro all'aria, e dall'aria; giacchè scemata per il contratto flogisto la sua *capacità*, l'originaria dose di fuoco elementare trovavasi ridondante, o, ne' termini del Sig. BLACK, una quantità di *calor latente* di essa aria diveniva *calor sensibile*.

Ma il sagacissimo e diligentissimo Sig. CRAWFORD non fu già contento

Digitized by Google

di una semplice analogia: volle sottoporre l'aria stessa a delle prove dirette, e cercare di determinare cotesta differenza di *capacità*, ossia le quantità comparative di *calore assoluto* nell'aria pura respirabile, e nell'aria già viziata o flogisticata, sia dalla combustione, sia dalla respirazione. Con esperienze dunque dilicatissime trovò essere molto più capace, cioè contenere molto più *calore assoluto*, molto più fuoco puro l'aria pura, che l'aria fissa, o la flogisticata; e con ciò fu pienamente confermata la sua stupenda teoria.

La tavola tante volte citata dei rapporti del calore assoluto di diversi corpi assegna all'*aria comune* una quantità di fuoco presso a 70. volte, e all'*aria deflogisticata* una quantità da 322. volte più grande di quella dell'*aria fissa*: e ciò inerendo ai risultati delle prime sperienze del Dottor CRAWFORD. In seguito ha trovato il medesimo Autore, ripetendo e variando le prove, che la differenza non è così grande; però notabilissima sempre, e tale, che rimane più che sufficiente per la produzione del calore più intenso, che nascer qui [1] possa dalla più viva combustione. Il Sig. VOLTA ha assistito l'anno scorso a Londra ad alcune di tali sperienze fatte dall'istesso Dottor CRAWFORD colla più scrupolosa esattezza. Egli ce le ha minutamente raccontate; e non tralasceremmo di qui descriverle, se ciò far si potesse in poche righe, e non temessimo di aver già incorsa la taccia di soverchia lunghezza in questo articolo.

Ecco dunque come si spiega il calore della combustione, che abbiam detto provenire dall'aria sola. Dal corpo combustibile, che arde, sviluppasi copioso flogisto: di ciò nessun dubita. Or questo attaccandosi all'aria pura respirabile, cioè a quell'aria deflogisticata, che trovasi sparsa in proporzione minore di 1/4 nell'aria comune atmosferica (v. *Aria deflogisticata*, e *Aria flogisticata*), converte questa porzione d'*aria pura* in *aria fissa* (v. gli articoli citati, e *Aria fissa*, *Aria infiammabile* ec.): con che da una grandissima *capacità*, che aveva, è ridotta ad una incomparabilmente più piccola rispetto al fuoco puro, cui già più non contiene, e che innalza di tanto il calore sensibile di essa aria, di quanto appunto si trova eccedere la dose relativa all'attuale sua *capacità*.

Per farcene un'idea, e comprendere come il calcolo risponde al calore della combustione, per intenso che sia, supponiamo, che la *capacità*, e quindi la quantità di *calore assoluto*, ossia fuoco (a masse e temperature eguali) sia nell'aria deflogisticata più grande 100. volte (invece di più di 300., che nota la tavola, ma che è stato riconosciuto assai essere di troppo), che nell'aria fissa. Al momento dunque, che quella si cangia in quest'aria pel flogisto, che il combustibile le scarica addosso, e di cui essa avidamente s'imbeve, debbe divenire col medesimo *calore assoluto* il suo *calor sensibile* 100. volte più grande.

---

[1] *Così in Macq. Diz. Chim. In II 3 trovasi invece della parola « qui », la parola « mai ». [Nota della Comm.].*

Digitized by Google

Supponiamo che la temperatura fosse a 0. di RÉAUM. Siccome abbiam veduto, che a questa temperatura si hanno circa 580. gr. di calore reale, verrà dunque questo innalzato a 58000. cioè 57420. gr. R. sopra il punto di congelazione. È questo un calore sì intenso, che non sappiamo neppur farcene un'idea. Ebbene supponiamo per facilità, che il rapporto del *calore assoluto* dell'aria deflogisticata a quello dell'aria fissa sia solamente di 10. a 1., e i gradi veri di calore al punto della fusione del ghiaccio 400. solamente: s'innalzerà dunque nella supposizione il calor sensibile a gradi 4000. cioè a 3600. sopra la congelazione, che è ancora un calore immenso, inconcepibile. Sicchè in luogo di temere che l'aria flogisticandosi non ne somministri abbastanza, temiamo anzi di averne di troppo, e di non saper che farne.

Se non che conviene riflettere in primo luogo, che operandosi la combustione nell'aria comune, solo una piccola porzione di aria deflogisticata si flogistica per volta, essendo questa diffusa in tant'altra affatto irrespirabile, che non prende flogisto, nè soffre alterazione veruna (v. *Aria flogisticata*). Tanto è vero, che operandosi la combustione nell'aria deflogisticata pura, il calore, che ne nasce, è incomparabilmente più vivo (v. *Aria deflogisticata*). In secondo luogo il calore o fuoco ridondante nel processo della combustione, di cui trattiamo, non rimane già nel medesimo stato di concentrazione, in cui trovasi al momento, che se ne sente aggravata quella porzione d'aria atmosferica, che impregnandosi di flogisto diventa aria fissa men capace di contenere l'elemento igneo; ma per quella tendenza, che ha il caldo sensibile a diffondersi egualmente per ogni dove, all'istante, che sorge esso caldo in una molecola dell'aria, in un punto infiammato, ne si diffonde e comparte a tutti i corpi vicini, cioè al resto dell'aria ambiente, ed al combustibile, da cui emana il flogisto. Finalmente (e questo è un punto capitalissimo) devesi aver ragione della *capacità* accresciuta nel combustibile medesimo, in grazia appunto del flogisto, di cui si spoglia; onde esigendo il ristoro di maggior quantità di *calore assoluto*, cioè di fuoco elementare, prende sopra di sè, e si appropria parte di quello, di cui si scarica l'aria, e fa con ciò che vengan meno tanti gradi del *calor sensibile*, che dovrebbe sorgere in essa.

Spieghiamo questo con esempj. Sia un carbone, che brucia, un metallo, che si calcina, un olio, od uno spirito, che arde. La forza di affinità col flogisto, di cui gode l'aria pura, aiutata da un sufficiente grado di calore, l'abilita a strappare mano mano dal seno di que' combustibili cotesto flogisto, e ad appropriarselo: con che da aria pura vien resa aria fissa (v. gli art. cit. delle *Arie*), già non più capace di contenere la grandissima quantità di *calore assoluto*, ossia di fuoco puro, che conteneva prima, senza che s'innalzi a un altissimo grado il suo *calor sensibile*. All'incontro le ceneri, e la calce, in cui si convertono, il carbone, e il metallo, a misura, che essi rimangon spogliati di flogisto, acquistano viemmaggiore *capacità* per contenere il fuoco puro, onde ne rapiscono

Digitized by Google

a sè di quello divenuto ridondante nell'aria, tanto appunto, quanto esige l'attuale loro capacità, e le leggi della distribuzione del calore per comporsi ad eguale temperatura. Lo stesso fanno i vapori, in cui si risolve l'olio, e lo spirito, mentre ardono: giacchè non bisogna scordarsi, che qualsivoglia sostanza convertendosi in vapore, acquista maggiore capacità, o potenza di contenere la materia del calore, il fuoco elementare. Insomma nella combustione, e calcinazione ha luogo un compenso rispetto al fluido igneo quindi svolto, e quindi assorbito: il qual compenso però non è pieno, restandovi sempre un eccesso considerabilissimo per parte del calore, che si sviluppa dall'aria, ossia, che di *latente* (per servirci ancora di questo termine) diviene *sensibile*, e che non è tutto assorbito, nè ritorna tutto *latente* nelle ceneri, nei vapori, o in altre parti del corpo abbruciante o infiammato.

Quest'eccesso pertanto è quello, che produce l'innalzamento nel *calor sensibile*, quel caldo intenso, che accompagna ogni sorta di combustione con, o senza fiamma. Così è: viene dall'aria respirabile, e dall'aria sola il calore della combustione, e dell'infiammazione; è dessa l'aria, che vi somministra il vero fuoco (di cui è ricca oltremodo anche allora, che ne sentiamo la temperatura freddissima), e non il corpo infiammabile: questo anzi ne assorbe e ruba una parte da dett'aria respirabile, a cui invece fa parte del suo flogisto. Non âvvi, che l'*aria infiammabile*, la quale non lasciando alcun residuo sensibile, allorquando si consuma coll'accendersi e scaricare sopra l'aria respirabile il flogisto, eccetto un legger fumo o vapore nebuloso (v. *Aria infiammabile*) ben poco o nulla può assorbire, ed appropriarsi del fuoco elementare, che diviene ridondante, e si svolge dall'aria respirabile, che si flogistica; di qui viene, che il calore sia tanto intenso, proporzionatamente àlla massa del combustibile nell'accensione dell'aria infiammabile, così rara, che 20. pollici cubici di essa non fanno ancora un grano di peso (v. l'art. cit.).

Piacerà forse al lettore di confrontare il fin qui esposto intorno alla combustione con alcuni passi dell'opera originale del Sig. CRAWFORD: « Risulta « (egli dice *Exper. and Observ. Sect.* III) dalle antecedenti sperienze, che l'aria « atmosferica contiene gran copia di *calore assoluto;* che ne perde gran parte, « quando cangiasi in aria fissa, e flogisticata; e che i corpi tanto perdono della « loro capacità a contenere del calore assoluto, quanto più loro s'aggiunge del « flogisto, e viceversa. Quindi dobbiamo argomentare, che il *caldo* prodotto dalla « combustione, è preso dall'aria e non dal corpo infiammabile.

« Diffatti i corpi infiammabili abbondano di *flogisto*, e contengono poco « *calore assoluto*; e per l'opposto l'aria atmosferica abbonda di *calore assoluto*, « e contien poco *flogisto*. Nel processo dell'infiammazione il flogisto vien sepa- « rato dal corpo infiammabile, e combinasi coll'aria: questa cangiasi in fissa, « e flogisticata; e disperde una gran quantità del suo calore assoluto, il quale, « quando svolgasi repentinamente, arde e fiammeggia, e produce un grado

Digitized by Google

« intenso di caldo sensibile. Abbiamo calcolato di sopra, che il caldo prodotto « nel cangiarsi in fissa l'aria atmosferica è tale, che se non si dissipasse, rende- « rebbe l'aria fissa dodici volte più calda d'un ferro rovente (*a*). È dunque chiaro, « che nel processo dell'infiammazione, si svolge dall'aria una quantità immensa « di calore, che per la gran copia cangiasi in caldo sensibile e intenso. Così per « l'opposto è manifesto, che non si ricava alcuna parte di caldo dal corpo com- « bustibile. Questo in tempo dell'infiammazione venendo privato del suo flo- « gisto, subisce un cangiamento..., per cui s'accresce la sua capacità a contener « calore. Dunque il corpo combustibile non manderà fuori punto di calore, « ma ne assorbirà dall'aria ec. ».

Alcuni corpi si riscaldano, e producono ben anche infiammazione col solo esporli all'aria. Un calore molto considerabile si eccita, mescolando coll'aria respirabile l'*aria nitrosa*, la quale si strugge (quasi dissi abbruciando) con una effervescenza simile in gran parte alla combustione dell'aria infiammabile (v. *Aria nitrosa*). Il *Fosforo di* KUNKEL, e varj Pirofori, non che riscaldarsi, prendono a bruciare realmente. Questo è visibile, che succede, perchè rilasciano grande copia di flogisto all'aria, la quale fortemente lo attrae, e combinasi con esso, scuote di dosso molto del suo fuoco elementare, se ne spoglia, e perde a proporzione la sua respirabilità. Una parte di questo fuoco precipitato dall'aria, passa, è vero, nelle ceneri del piroforo, e nell'acido fosforico residui della combustione di tali corpi, siccome pure nell'acido nitroso residuo dell'aria nitrosa (v. l'art. cit.); ma un'altra gran parte ne resta addietro, e questa, che può fare, se non produrre incremento di calore, e, se più s'accumula, ardore, e fiamma?

Ma dirassi, perchè dunque tutti i corpi combustibili non fanno lo stesso; cioè non lasciansi spogliare del loro flogisto, al solo trovarsi esposti all'aria; e questa non profonde in iscambio il suo fuoco, non arde, e divampa? La ragione è, che richiedesi un determinato grado di calore a far sì, che l'affinità dell'aria col flogisto, vinca l'altra affinità, e aderenza, con cui questo principio tiene ai diversi corpi: può vedersi ciò, che dice il nostro Autore all'articolo *Affinità* intorno a quelle, che chiamansi *affinità di disposizione*. « In un forte

(*a*) In questo calcolo il Sig. CRAWFORD ha posto che il calore al punto della fusione del ghiaccio sia sopra il vero zero, o freddo assoluto, di 200. gr. della Scala di FAHRENHEIT, che corrispondono a meno di 90. del Term. RÉAUM. Non già che credesse, che in realtà non fosse assai maggiore; ma per non lasciar luogo al minimo dubbio, volle attenersi all'osservazione sopra la congelazione del mercurio, la quale, secondo la più piccola estimazione, succede a 180. gr. FAHR. sotto la congelazione dell'acqua; termine, che non può dirsi ancora l'ultimo nella diminuzione del calore, però ne suppose sol 20. gr. di più; e così contonne 200., come detto abbiamo, per la temperatura, in cui comincia la fusione del ghiaccio. Noi però abbiamo veduto, come con le ulteriori investigazioni sopra le quantità comparative di calore assoluto nei diversi corpi, dal rapporto trovato tra quello dell'acqua, e quello del ghiaccio, si è potuto determinare a 580. gr. RÉAUM. il calore di detta temperatura, che fanno 1305. di FAHRENHEIT.

Digitized by Google

« grado di caldo l'aria atmosferica separa il flogisto da tutti i corpi infiammabili, « e nella temperatura comune dell'atmosfera, lo separa dall'aria nitrosa, e dal « fosforo » (CRAWFORD, *Op. cit.*, *Sect.* III): lo separa da molti altri corpi, che più o meno riscaldano anche essi l'aria, secondo che si fa più o meno rapida, e copiosa l'effusione flogistica ec.

Non resta più, che l'applicazione dei medesimi principj al *calore animale*, che è la parte principale dell'opera del Dottor CRAWFORD. Molte sperienze ormai notissime fanno vedere, che ad ogni ispirazione, che fa un animale a sangue caldo, una porzione di quell'aria deflogisticata, che trovasi nella comune atmosferica ricevuta nei polmoni cambiasi in aria fissa (v. *Aria deflogisticata*, *Aria fissa*, *Aria flogisticata*). Ma questo cambiamento, come abbiamo spiegato, non può farsi senza che si schiuda da essa aria molto fuoco elementare, che siccome soprabbondante ne innalza il calor sensibile. Se ne schiude anzi tanto, tanto ne diviene ridondante, che non che calda, diverrebbe infuocata, e divampante tal'aria, se il sangue non desse ricetto a molta parte di questo fuoco, in grazia di una più grande *capacità* acquistata collo scaricarsi di un poco di quel flogisto, ond'era pregno. E che realmente abbia maggiore *capacità;* che sia più ricco di fuoco elementare il sangue subito dopo essere passato per i polmoni, e aver servito alla respirazione, lo ha provato il Sig. CRAWFORD con esperienze dirette, le quali gli han fatto vedere, come quella quantità di fuoco, che innalza di 10. gr. il *calor sensibile* del sangue florido *arterioso*, innalza 11.1/2 gr. il calore di un'eguale quantità di sangue *venoso* (*a*). Il calor dunque *assoluto* del sangue arterioso è al calor *assoluto* del sangue venoso come 11.1/2 a 10., val a dire ad eguale temperatura quello contiene circa 1/7 di più di fuoco elementare, che questo; e un tal di più lo ha ricevuto dall'aria, che si è scaricata di molta quantità del proprio fuoco in grazia del flogisto fornitole dal sangue medesimo nel suo passaggio pel polmone.

È facile ora riconoscere la fonte del *calor animale* nel sangue; poichè questo da *arterioso* diventa *venoso*, caricandosi cioè del flogisto, che raccoglie nel suo giro da tutto il sistema, riducesi da una capacità come 11.1/2, ad una come 10.; onde non può più stare coll'istessa quantità di *calore assoluto*, ossia di fuoco elementare, senza che s'innalzi a proporzione il suo *calor sensibile;* calore, che come si vede, deve comunicarsi a tutto l'abito [1] del corpo, siccome a tutto s'estende la circolazione del sangue.

(*a*) Perchè la differenza fra i due sangui fosse la maggiore possibile, il Sig. CRAWFORD prendeva il sangue arterioso più puro dalla vena polmonare, cioè immediatamente dopo il suo deflogisticamento occasionato dalla respirazione; e il sangue venoso dall'arteria polmonare, cioè in fine di un lunghissimo giro, per cui ha dovuto impregnarsi del flogisto fornitogli dagli altri umori dalle sostanze nutritive decomposte ec.

[1] *Così in Macq. Diz. Chim.: probabilmente dovrebbesi leggere: « ambito ».*

[Nota della Comm.].

Digitized by Google

Per maggior dilucidazione di questa teoria, e perchè il lettore vegga quanto il fin qui detto sia uniforme alle idee del Sig. CRAWFORD, trascriveremo il seguente squarcio: « che nella respirazione si separi dall'aria una « quantità di calore, il quale si unisca al sangue, si deduce altresì dalle spe- « rienze fatte in prova della Prop. III. Da queste rilevasi, che se i corpi ven- « gono combinati col flogisto, perdono una parte del loro calore assoluto; e « se il flogisto nuovamente se ne svolge, riassorbiscono un'eguale quantità « di calore dai corpi ambienti.

« Or egli è stato provato dal Dottor PRIESTLEY, che nella respirazione « il flogisto si separa dal sangue, e si combina coll'aria. Dunque in questo pro- « cesso dee necessariamente svilupparsi dall'aria una quantità di calore as- « soluto, per l'azione del flogisto; e nello stesso momento il sangue, depo- « nendo nell'aria il flogisto, resta in libertà di unirsi al calore deposto « dall'aria.

« Appare quindi, che il calor animale dipenda da un processo simile « a quello di un'*attrazione* chimica *elettiva*. L'aria ricevuta ne' polmoni con- « tiene una quantità di calore assoluto. Il sangue ivi ritornando dalle estre- « mità del corpo è grandemente impregnato di flogisto; e questo è più for- « temente attratto dall'aria, che dal sangue. Quindi il sangue si combina col- « l'aria. Questa per l'addizione del flogisto è costretta a deporre una parte « del suo calore assoluto; e siccome la capacità del sangue a riceverlo « si sarà fatta maggiore per la separazione del flogisto, perciò ad esso sangue « si unirà tosto quella porzione di calore assoluto, che si separerà dall'aria.

« Sappiamo dagli esperimenti del Dottor PRIESTLEY relativi alla re- « spirazione, che il sangue arterioso ha una forte attrazione pel flogisto; e « per conseguenza nella circolazione assorbirà questo principio dalle parti, « che lo ritengono con minor forza, o dalle parti putrescenti del sistema. Quindi « è, che il sangue venoso, quando torna ai polmoni, è fortemente impregnato « di flogisto, il che diminuisce la sua capacità a contenere il calore. Pertanto « a misura, che il sangue deflogisticato dalla respirazione nuovamente combi- « nasi col flogisto nella circolazione, si priva gradatamente di quel calore, che « aveva ricevuto ne' polmoni, e lo sparge nell'intero sistema.

« Ciò posto il sangue nella respirazione non fa, che deporre flogisto, e « assorbir calore; e nella circolazione non fa, che deporre calore, e imbeversi « di flogisto, ec. ». *Op. cit. Sect.* III.

E questo basti per dare un'idea della novella teoria del Sig. CRAWFORD intorno al *calor animale* analoga a quella della *combustione*, e per fare scorgere quanto felice egli sia stato nella sua intrapresa *diretta*, come s'esprime nel titolo dell'opera, *a indagare una legge della Natura, con cui spieghinsi tutti i fenomeni a ciò relativi.* Un gran numero di belle applicazioni tralasciamo per amore di brevità, che si possono vedere in quest'eccellente trattato, e

Digitized by Google

in alcune Memorie posteriori inserite nelle Transazioni Anglicane [1]. Faremo osservare soltanto come facilmente si renda ragione in questa teoria, perchè gli animali così detti a *sangue freddo* non abbiano che la temperatura dell'ambiente, in cui si trovano, e punto, o poco di calore nativo proprio, a differenza degli animali a *sangue caldo*. Ciò viene da che manca a quelli il *sistema polmonare*, e la doppia circolazione concessa a soli animali perfetti; manca loro la respirazione, propriamente detta, o almeno non è

[1] *Tre anni prima di pubblicare questo articolo sul Calore, il V., in una sua lettera al Senebier (H fot. 6), in data 23 gennaio 1780, parlando del calore animale, esponeva le seguenti idee:* [*Nota della Comm.*].

Cart. Volt. H fot. 6.

Je m'étois proposé de ne rien dire des idées trop peu digérées qui me sont venues sitôt que j'appris qu'on avoit fait une application de la découverte de la chaleur cachée à la chaleur animale, avant qu'on m'expliqua le rôle que Mr. CRAWFORD fait jouer à l'air dans la respiration. Mais je ne puis m'empecher de vous comuniquer cette idée. Je concevois que les parties fluides du chyle ou du sang même se convertissant en parties solides par la nutrition et assimilation, se dechargeoient de cette portion de chaleur cachée qui leur appartenoit en tant que liquides (comme l'eau se décharge de sa chaleur cachée lors de sa conversion en glace); et qu'ainsi il en resultoit dans le corps animal la chaleur sensible. Cela expliqueroit très-bien comment il s'engendre plus de chaleur où il y a plus de nutrition et de conversion de parties alimentaires fluides en parties organiques solides, dans l'enfance, après les repas ec. dans les membres plus arrosés du sang arterieux, car c'est le sang arterieux qui nourrit les membres: pourquoi les membres perclus, qui ne se nourrissent pas, n'ont que peu ou point de chaleur animale. On ne seroit pas plus embarassé à expliquer comment le corps animal à raison qu'il est exposé à une température plus froide et que par consequent il dissipe plus de chaleur, il en engendre aussi une plus grande quantité, de sorte qu'il jouit tôujours à tres-peu près, du même dégré de chaleur animale, c'est-à-dire qu'il se trouve avoir constamment 31. ou 32. degrés: plus il fait froid autour du corps animal, et plus il y a de parties fluides, huileuses peut être, gélatineuses, muqueuses ou autres, qui se figent: voila la compensation à la perte de chaleur sensible: la chaleur cachée qui se developpe de ces parties figées.

Enfin, et c'est où ma petite théorie pourroit le plus triompher, il en suivroit tout naturellement l'explication de ces expériences merveilleuses et jusqu'à ce jour inintelligibles, où un animal exposé à un air beaucoup plus chaud que le sang engendroit du froid au lieu de chaleur, de sorte que la chaleur animale ne souffroit que peu ou point d'augmentation. Ici, je dirois, à cause de l'excès de la chaleur ambiante il y a plus de parties, graisseuses, muqueuses ec. qui se fondent et qui devenant liquides absorbent la chaleur, que de parties liquides qui se figent, et qui produisent l'effet contraire: ne voit-on pas que dans un tel ambiant on fond en sueur, et que tout le corps pour ainsi dire se dissout? Je n'exclus point la refrigeration produite par l'évaporation, à l'aide de la quelle on a taché de rendre raison de ces phénomenes surprenants; mais je crois qu'on peut démontrer que cette cause seule ne suffit pas à maintenir la temperature constante de 31. ou 32. dégrés dans un corps vivant exposé à un air chaud de 60. et même de 80. degrés. Voilà, Monsieur, ce que j'ai révé d'après les expériences Blackianes que vous m'avez comuniquées. Dites moi, je vous prie, ce que vous pensez de ce rêve; si vous ne croyez pas qu'on peut au moins ajouter ce principe de la chaleur animale à celui de l'air, qui introduit dans le poumon convertit sa chaleur cachée en chaleur sensible à mesure qu'il se charge de phlogistique, et qu'il s'echauffe.

Digitized by Google

tale quella, di cui godono, che l'aria ne contragga tanto flogisto da scaricare, e comunicare al loro sangue una copia di fuoco abbastanza grande. Veggiamo infatti, che le rane, i rettili, gl'insetti vivono lungo tempo nel vuoto, e nell'aria chiusa, che non flogisticano, se non lentissimamente. Quelli animali invece, che hanno a proporzione del loro corpo più grandi polmoni, e che inspirano più aria, che son gli uccelli, hanno anche il calor animale superiore di alcuni gradi a quello d'altri animali.

Inutile fatica sarebbe il trattenerci qui a far vedere l'insufficienza di tutte le altre teorie sul calore animale, che sono state in diversi tempi immaginate; e come si sforzavano i loro autori, ma invano, di assoggettarvi que' fenomeni, che or vengono a spiegarsi colla maggiore facilità. Farò piuttosto riflettere come riguardo al calore in generale ed alla combustione s'ingannarono tutti i Fisici, e i Chimici, che attribuirono comunemente la natura, e le proprietà, e gli effetti del fuoco al flogisto, e confusero una sostanza coll'altra. Era a dir vero troppo facile il cadere in quest'errore, nè ci voleva meno delle moderne decisive esperienze per rinvenirne. Ascoltiamo ancora il Sig. CRAWFORD, « Siccome i corpi, quando sono infiammati, sembra, che « tramandino luce calda da un'interna loro sorgente, e sono altronde com- « bustibili que' corpi soli, che molta copia di flogisto contengono; quindi è « stata opinione generalmente ricevuta da' Filosofi, che il flogisto, o sia egli « stesso il fuoco, o sia intimamente connesso a ciò, che produce il fuoco.

« Se ciò fosse vero, i corpi combinati col flogisto conterrebbero una mag- « gior quantità di fuoco, ossia di calor assoluto, che quando da esso son se- « parati. I metalli conterrebbero più calore assoluto, che le loro calci; e lo « zolfo più che l'acido vitriolico. Ma ciò si oppone alla sperienza ». *Op. cit. Sect.* II, *prop.* III.

Ad ogni modo essendo, che il flogisto è necessario alla combustione, si può conservargli il suo nome di *principio infiammabile*, purchè si ritenga, che non è già esso, che divampa, e neppure la causa efficiente del calore; ma una causa *occasionale*, od istromentale solamente: non è esso l'elemento igneo la materia propria del calore, è anzi come il suo antagonista, in quanto che ne lo espelle, e precipita da' corpi, e singolarmente dall'aria, a cui esso flogisto si unisce.

Ma perchè siavi contrarietà, e mutua opposizione tra questi due principj, in quanto che si escludono vicendevolmente, non ne viene che in fondo non vi abbia dell'analogia tra essi: anzi come un acido ne scaccia un altro di specie diversa, sostituendosi a suo luogo, l'alcali fisso svolge l'alcali volatile da una base, cui egli s'attacca, una terra precipita un'altra terra, un metallo un altro metallo; così può intendersi, che il flogisto non differisca dal fuoco, che scaccia, e che rimpiazza, più di quello differisce e. g. l'acido vitriolico dall'aria fissa, l'alcali fisso dall'alcali volatile; che ne differisca

Digitized by Google

soltanto per una modificazione o composizione particolare, tale però, che basta, perchè si debbano avere il flogisto, e il fuoco per due sostanze assolutamente distinte. Abbiamo già insinuato che il flogisto potrebbe essere un composto di fuoco elementare, e di un principio acido: cercheremo di dare tutto il peso a tal congettura, nelle note all'articolo *Flogisto* [1]. Qui osserveremo solamente, che in quest'ipotesi può concepirsi, che il flogisto medesimo scomponendosi in alcuni processi, somministri del proprio fondo materia al calore, e che vicendevolmente il fuoco puro combinandosi coll'altro principio o acido, o qual egli siasi, componga nuovo flogisto. Alle quali trasformazioni però, siccome a tant'altre pretese metamorfosi, sebbene non possono dimostrarsi impossibili, non dobbiamo così di leggeri ricorrere, seguendo in ciò il saggio avviso del Sig. BERGMAN [2] *de inquirendo vero*, che cautamente propone di astenersene, quando non siano decisamente provate, comunque riuscir potessero per avventura assai comode per la spiegazione dei fenomeni. Or per quel che riguarda il calore, si è potuto vedere, come lasciando il fuoco nella sua natura, cioè in istato di elemento puro essenzialmente calorifico, sempre fluido, ed espansibile, sempre in azione più, o men forte, anche quando forma un principio de' corpi; e il flogisto all'opposto sfornito d'ogni azione calorifica, tendente solo a combinarsi, e a formar nuovi composti chimici, cioè de' solfi cogli acidi, de' metalli colle terre metalliche, dell'arie fisse, infiammabili ec. con altri principj aerei: lasciando insomma il fuoco fuoco, e il flogisto flogisto, si spiegano a maraviglia i principali fenomeni, mediante il semplice ed unico principio della capacità maggiore o minore a contenere detto fuoco elementare, di cui godono diversi corpi, ed anche il medesimo corpo posto in diverso stato di solidità, o di fluidità, di flogisticamento, o di deflogisticamento.

Il fenomeno, che non trova facilmente la spiegazione in questa teoria (giacchè nulla convien dissimulare), ed è pur un de' grandi, e capitali fenomeni, si è quello del riscaldamento de' corpi duri per l'attrito. Fin qui ogni volta, che succedeva in un corpo riscaldamento, o raffreddamento, abbiam detto, che veniva accresciuta, o diminuita la sua *capacità* a contenere il fuoco elementare, in guisa, che non potea più rimanere con il *calore assoluto* di prima, cioè coll'istessa dose di fuoco, senza che s'innalzasse nel primo caso e s'abbassasse nel secondo, e a proporzione, il suo *calor sensibile*. Inerendo a questo principio dovrebbe dunque l'attrito diminuir sempre cotal capacità ne' corpi duri, ed elastici, che lo soffrono, giacchè sempre vi occasiona un aumento di calore più o men grande, secondo questi sono più

[1] *Vedasi la nota stampata in Macq. Diz. Chim. T.* V, *pg.* 134 (*T.* IV, *pg.* 272). *pubblicata nell'Appendice di questo Numero.* [*Nota della Comm.*].

[2] *In Macq. Diz. Chim. trovasi citato sempre*: « *Bergmann* ». *Trattasi invece del chimico* « *Bergman Torbern* ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

o men duri ed elastici, ed esso attrito più o men forte e continuato. Ma come può intendersi, che per tal via si ristringa la detta capacità? È forse che le parti de' corpi gagliardamente compresse, e scommosse, finchè sono in questo stato violento, finchè conservano un certo qual moto vibratorio, abbiano minor *potenza* di ritenere il fluido calorifico, di frenarne l'azione; che dette parti soffrano detrimento nell'affinità loro ed attrazione verso di detto fuoco? O forse il flogisto scosso e sturbato equivale ad un'accresciuta dose del medesimo principio, e quindi pregiudica alla capacità del corpo a contenere il fuoco elementare, fa che questo sovrabbondi, ec.? Una tale idea non parrà forse destituita d'ogni fondamento, se si rifletta, che i corpi nel riscaldarsi per l'attrito, tramandano realmente un odor flogistico; e che i più ricchi di questo principio sembrano, le altre cose pari, quelli appunto, che più fortemente si riscaldano per questo mezzo, i metalli più che le pietre, ec. Oppure finalmente la concussione, il forte premere, e commoversi delle parti di un corpo, opera immediatamente sopra il fuoco elementare contenutovi, lo anima, lo esalta, e ne invigorisce l'azione calorifica? Quest'è quello, che si è creduto, e si crede comunemente. Ma una tale spiegazione non è men vaga, nè più soddisfacente delle altre. Si è voluta estendere anche ai corpi fluidi: intorno a che abbiam già fatto osservare, come la sola commozione, urto, e sfregamento delle parti fluide tra loro non producono mai riscaldamento. Possiam aggiungere che lo stesso è dell'urto e sfregamento di un fluido contro un solido. Il riscaldamento, di cui si tratta, si eccita solo per l'attrito de' corpi solidi tra loro, e sì de' più duri ed elastici.

Termineremmo qui l'articolo del calore, se non dovessimo giusta quanto abbiam promesso sul principio dare un'idea della teoria singolare del Signor SCHEELE, e addurre alcuna delle più forti ragioni, che la combattono: il che faremo senza molto estenderci. Il prefato Chimico Svedese, scopritore di tanti nuovi acidi, e di altre stupende scoperte autore, ha pubblicato nel 1776. o nel 1777. un'Operetta utilissima intitolata *Esperimenti Chimici ed osservazioni sopra l'aria, ed il fuoco*, nella quale crede di dimostrare coll'analisi e colla sintesi, che il *calore* sia un composto di aria pura, che chiama *aria del fuoco* (Feuer-Luft), e che è la nostr'aria deflogisticata (v. *Aria deflogisticata*), e di flogisto. Questo principio, secondo lui, combinandosi con quell'aria, l'assottiglia, e l'attenua in modo che lasciando essa l'abito aereo, ne assume un più agile, e men corporeo, se è lecito così esprimersi, quello cioè del calore, o fluido igneo, che non è più coercibile nei vasi neppure di vetro, da cui trapela senza contrasto. Le sperienze, che adduce in prova di questo assunto, sono tutte quelle, in cui l'aria resta diminuita, e scompare a misura che si combina col flogisto fornitole dalla combustione dei corpi o da altra fonte; alla quale diminuzione dell'aria corrisponde la comparsa del calore: dunque l'aria, egli conchiude, è parte materiale del calore generato; essa, e il flogisto lo costituiscono.

Digitized by Google

Segue egli poi anche questo preteso composto nelle sue decomposizioni: eccone un esempio. Quando il calore penetrando per i pori di una storta, arriva a qualche calce nobile, come il *precipitato per sè*, questa calce, per la grande affinità, che ha col flogisto, s'impadronisce di questo, che è uno de' principi costituenti il calore, con che si repristina e torna mercurio corrente, e lascia andare l'altro principio, che è l'aria purissima, la quale sorte fuori, e va a gonfiare le vesciche, o riempire i vasi, in cui si riceve, e si conserva nella propria sua forma aerea coercibile.

Per verità questa, ed altre simili spiegazioni sono felici, e belle, e la teoria affatto ingegnosa. Ma oltrechè essa è soggetta a difficoltà insuperabili, le sperienze fondamentali non provano quanto il Sig. SCHEELE pretende. Parlo di quelle, in cui l'aria flogisticandosi scompare, e compare invece il calore; delle quali sperienze si è già trattato a lungo negli articoli sull'aria, che sarà bene di consultare (*a*). Qui basti il dire, che il flogisto non fa d'ordinario, che convertire la pretesa *aria del fuoco*, cioè l'aria deflogisticata, in *aria fissa*: la qual aria fissa o si ritrova dopo nella terra del metallo calcinato, nelle ceneri del corpo abbruciato, nell'acqua di calce, od anche nell'acqua pura, che han potuto assorbirla, e da cui si può di nuovo estricare (v. *Aria fissa*); ovvero rimane nel recipiente medesimo tuttora in forma d'aria, se niun corpo vi abbia capace di assorbirla: nel qual caso con tutto il calore eccitato dal flogisto, e trapassato per i pori del vaso, non iscorgesi alcuna diminuzione notabile di aria.

Ho detto, che d'ordinario l'aria, che scompare in conseguenza del flogisto scaricatole addosso, è aria, che si converte per tal processo in aria fissa, la qual viene quindi assorbita da qualche corpo in contatto di essa. Non debbo però dissimulare, che v'è un caso, in cui il flogisto, che entra nell'aria non opera tale trasformazione, eppure essa rimane diminuita, e apparentemente distrutta. Questo caso è quello dell'accensione dell'aria infiammabile metallica: una misura di questa consumandosi tira seco la perdita di una mezza misura circa di aria deflogisticata; la quale non sappiamo a vero dire dove vada, e cosa divenga (v. *Aria infiammabile*). Qui pare proprio, che cotest'aria congiuntamente al flogisto rilasciato dall'altr'aria infiammabile scappi fuora dal vaso in forma di calore, come vuole il Sig. SCHEELE, giacchè in altra maniera non sapremmo immaginare come si faccia passaggio. Ma non lasciamcene imporre da un solo fatto singolare; singolare, dico, perchè tutti gli altri corpi combustibili, anzi tutte le arie infiammabili, eccetto solo la metallica (v. l'art. cit.), ci fan vedere non altro, che una conversione dell'aria pura in *aria fissa*, mediante il flogisto, che le compartono. Lo stesso

(*a*) Riguardo alla sperienza del *precipitato per sè*, che si revivifica tramandando aria deflogisticata, veggasi particolarmente l'articolo *Aria deflogisticata*.

Digitized by Google

ci fa vedere la calcinazione de' metalli, la respirazione, la putrefazione; tutti insomma i processi flogistici (v. il cit. art. delle *Arie*). Lasciando dunque da parte stare il fatto unico, che si osserva nell'accensione dell'aria infiammabile metallica, che è ancora involto nell'oscurità, e tra i dubbj di varie ipotesi (*a*), e tenendo dietro a mille altri fatti parlanti, veniamo a sapere, e a toccar con mano, che il flogisto combinandosi coll'aria pura, ben lungi di formare con essa il fluido calorifico raro, e di una sottigliezza estrema, penetrantissimo, attuosissimo, da niun corpo coercibile, forma anzi un'aria più materiale e grossolana di prima, più pesante e meno espansa, che va a fondo dell'altr'aria, che si lascia imprigionare nelle vesciche, non che in vasi di vetro, che si combina, e si fissa in varj corpi, ec. (v. *Aria fissa*).

E in vero come mai indursi a credere col Sig. SCHEELE, che il flogisto, il quale non passa nè per i vasi di vetro, nè per quelli di terra (v. *Flogisto*), unendosi all'aria pura, che non ci passa neppur essa, come credere, dico, che il composto di queste due sostanze coercibili, penetri liberamente per tutto, e niuna densità di corpo, niuna strettezza di pori possa chiudergli il passo?

Ma ecco ciò che finisce di abbattere il fondamento della teoria del Signor SCHEELE. Questo grande Chimico si fonda, come abbiam detto, su quell'aria, la quale flogisticandosi rapidamente in un recipiente chiuso, coll'ardere e. g. del solfo, o di una candela, coll'effervescenza dell'aria nitrosa, ec., se la vede diminuire sott'occhio, a misura, che il vaso si scalda, e ne sorte il calore: dal che conclude, che sia l'aria stessa sortita in forma di calore, in cui è stata cangiata dal flogisto unito al sale.

Se così fosse il peso dell'aria, non essendo così picciolo, che non si possa rendere sensibile alla bilancia, dovrebbe in queste sperienze, e in tutte le altre, nelle quali sorte del calore da un vaso e si dissipa in conseguenza della flogisticazione, e diminuzione dell'aria contenuta, dovrebbe, dico, la bilancia far vedere una corrispondente diminuzione di peso nel totale: epperò diminuendosi l'aria respirabile, e. g. di 30. pollici cubici, che fanno almeno 10. grani di peso, se quest'aria entrasse materialmente in qualità di parte costituitiva, come vuole il Sig. SCHEELE, nel calore, che scappa fuori dal vaso, si dovrebbe trovare nel peso di tutt'insieme il vaso e l'aria residua, uno scapito non minore di 10. grani. Ma l'esperienza non è punto d'accordo: non solo non si osserva tale e tanta diminuzione di peso in simili prove; ma niuna sensibile se ne osserva, o così picciola, che in conto alcuno non si può attribuire alla pretesa sortita dell'aria dal vaso in forma di calore. E a che dunque attribuirla (supposto che s'osservi, e sia costante tale picciolissima diminuzione di peso, cioè non venga da circostanze accidentali estranee)?

(*a*) Una di queste ipotesi è che l'aria deflogisticata in un coll'aria infiammabile, che si scompone si converta in quel fumo o vapore nebuloso, che si osserva dopo l'infiammazione (v. *Aria infiammabile*).

Digitized by Google

Certamente alla materia del calore, al fuoco elementare, che giusta la teoria di CRAWFORD, che abbiamo, spero, sufficientemente spiegata, si svolge dall'aria, non all'aria stessa grossolana; a quello elemento, che come corporeo, sia quanto si voglia raro, e sottile, dee pure anch'esso gravitare, in modo però che non è forse possibile il portarne il peso alle nostre bilancie e dubbie rimangono ancora quelle sperienze, in cui si è creduto di renderlo sensibile. Lasciando quelle antiche affatto, ed erronee dei metalli calcinati, dei globi di ferro, o di vetro roventi, ed altre ancora più o meno equivoche, ci piace qui di rammemorare, che il Cel. Ab. FONTANA ha fatto a quest'oggetto una bella serie di nuove sperienze, quanto ancora incerte, riguardo il peso, e non peso sensibile dell'elemento del calore, altrettanto decisive contro la pretesa conversione in materia del calore di quell'aria, che flogisticandosi scompare agli occhi nostri. Operando egli anche molto in grande non ha mai trovato uno scapito considerabile di peso, quando pure 50. 60. e più pollici cubici di aria respirabile, sono spariti in un recipiente chiuso per un corpo fattovi ardere. Non può dunque sostenersi coll'illustre Chimico Svedese, che sia scappata fuori quest'aria in forma di calore; giacchè il peso ne è rimasto: quanto meglio si conchiude, che si è *fissata* nel residuo del combustibile, nelle ceneri ec., da' quali si può infatti estrarre e riprodurre in forma d'aria fissa (v. gli art. dell'*Aria*). Queste, e molte altre sperienze, e considerazioni sopra la teoria del fuoco di SCHEELE, le ha il Sig. Ab. FONTANA esposte in una lunga lettera ad un altro illustre Svedese, e Professore nell'istessa Università di Upsal, il Sig. MURRAY, la qual lettera è stata pubblicata nel Tom. I, degli *Atti della Società Italiana*, Verona 1782.

Il Sig. KIRWAN dopo avere egli pure confutato la teoria di SCHEELE nelle sue eccellenti note alla traduzione inglese dell'opera di quest'ultimo *sull'Aria e sul Fuoco*, aggiugne giudiziosamente (Nota al paragrafo 76.): « In generale si può rimarcare, che una piccolissima alterazione fatta alle « spiegazioni, che egli (il Sig. SCHEELE) ne dà, le mette d'accordo con la ve- « rità: poichè egli asserisce che il flogisto e l'aria pura compongono il calore; « e invero il calore risulta dalla loro unione; conciossiachè, come ha dimostrato « il Dottor CRAWFORD, l'aria elementare contiene più fuoco d'ogn'altra sostanza « conosciuta, ma unendosi col flogisto, la sua capacità a contenerla viene di- « minuita, e conseguentemente quel fuoco è messo fuori, diviene ridondante, « e cagiona sensibil calore ».

In altro luogo (Nota al paragrafo 47.) avea così esposto il complesso della teoria risguardante l'aria e il fuoco: « L'aria deflogisticata, e le sue pro- « prietà furono primamente scoperte dal Dottor PRIESTLEY, e il suo potere « di promuovere la combustione accertato; egli ancora avea scoperto in che « consisteva la combustione, e come e quanto l'aria elementare vi era ne- « cessaria; e perchè l'aria, che avea servito una volta alla combustione, non

Digitized by Google

« potea servir di nuovo, finchè non fosse depurata; e i mezzi di questa depu-
« razione; e cosa succede del flogisto dopo la combustione. Egli fa vedere,
« che la combustione consiste nella rapida separazione del flogisto, dai com-
« bustibili per mezzo dell'aria; che il flogisto così separato si unisce coll'aria;
« che si depone allora un acido aereo od aria fissa; che l'aria dopo questo è meno
« suscettibile di prendere flogisto, che prima, e conseguentemente non può
« servire di nuovo alla combustione, finchè non è purgata; e che è purgata
« mediante l'agitazione nell'acqua, o col processo della vegetazione. Tutte
« queste, per nulla dire delle altre sue scoperte teoriche, chiaramente fan ve-
« dere quanto poco egli meriti la denominazione di mero Sperimentatore, che
« egli stesso modestamente si è dato più di una volta, ma che non senza te-
« merità presumerebbero altri di dargli. La verità è, posso affermarlo con si-
« curezza, che senza possedere la comune *rotina* della Chimica, ciò che egli
« confessa ad ogni tratto, i suoi Scritti hanno più contribuito all'avanzamento
« e perfezione di questa Scienza, che tutti quelli che sono comparsi dopo i
« giorni di STAHL. Vi rimaneva solamente una circostanza dippiù, la cogni-
« zione della quale era necessaria a completare la teoria della combustione;
« cioè quella della comparsa della luce, e la sorgente del Fuoco che si mani-
« festa in questa forma: e questo supplemento, questa cognizione è stata non
« ha guari felicemente fornita dal Dottor CRAWFORD, il quale chiaramente
« dimostra con esperimenti non meno ingegnosi che irrefregabili, che il Fuoco,
« che allora si produce alla vista, procede dall'aria, e non dalla sostanza com-
« bustibile; la quale al contrario riceve una gran parte di quello, al tempo
« stesso che profonde flogisto; e che l'aria deflogisticata contiene una quan-
« tità di fuoco più di quattro volte maggiore di quella dell'aria comune; e per
« questo capo non meno che per la sua attrazione superiore col flogisto pro-
« move la combustione più potentemente ».

All'istesso Sig. KIRWAN Chimico e Filosofo di somma penetrazione, era riservato di far adottare la teoria del Dottor CRAWFORD, da lui con tanto zelo sostenuta, e promossa, all'altro grande Filosofo, e Chimico incomparabile, il Sig. BERGMAN, suo amico e corrispondente. Ecco cosa scrive il Signor MAGELLAN al nostro Sig. VOLTA in una lettera degli 11. luglio di questo anno 1783. in data di Londra. « Il nostro amico KIRWAN viene di conver-
« tirlo (il Sig. BERGMAN) sopra la teoria del fuoco elementare. Voi sapete
« quanto fosse attaccato alla falsa teoria di SCHEELE. In verità questa con-
« versione filosofica fa un grand'onore al predicatore e al convertito egual-
« mente. Questi avea di già rinunciato apertamente alla trasformazione del-
« l'*acido fluore in terra silicea* (*a*), secondo le idee del medesimo SCHEELE. Ecco
« due grandi segni del vero Filosofo! ».

(*a*) Abbiamo accennato all'art. *Aria spatosa* come cangiasse sopra questo di opinione il Sig. BERGMAN, in virtù di una sua sperienza simile ad un'altra che noi pure facemmo, senza nulla sapere un dell'altro. Veggasi ancora l'articolo *Spato fluore*.

Digitized by Google

A questa nuova, che ci giugne al momento di chiudere il presente articolo, ci piace di unirne un'altra pervenutaci poco prima. Sentiamo essere stata letta ultimamente all'Accademia R. delle Scienze di Parigi una Memoria dei Sigg. LAVOISIER, e DE LA PLACE sul calore, che contiene sperienze affatto nuove, e un metodo tutto loro. Noi non ci aspettiamo, che abbattano la teoria trionfante, ma bene che la illustrino ed estendano: potrebbero anche, chi sa? limitarla, e modificarla in qualche parte. Siamo pertanto impazienti che sia reso pubblico questo nuovo lavoro, il quale sortendo dalle mani, e dalle forze congiunte di que' due Accademici illustri, uno Fisico e Chimico, l'altro Matematico di primo ordine, ambi fecondi nell'immaginare, sagaci nello scegliere, accuratissimi nell'istituire gli sperimenti, e nel pesare le conseguenze, non può non apportare grandi lumi e far fare grandi progressi alla Scienza del calore e del fuoco, bellissima per sè, e importantissima sopratutto alla Chimica.

Digitized by Google

Digitized by Google

APPENDICE

Macq. Diz. Chim. T. V, pg. 134 (*T. IV, pg.* 272) [1].

STAHLIO, HOFFMANNO, POTT, ed altri celebri Chimici, seguendo in ciò ISACO, VALENTINO, PARACELSO e molti altri antichi Scrittori, diedero al flogisto il nome di solfo, e tutti erano di parere, che il flogisto sia lo stesso, che fuoco. Alla medesima dottrina si attiene anche il nostro Autore, dicendo, che in quest'articolo si considera il fuoco in istato di principio, riserbandosi di parlare altrove del fuoco libero, ossia del fuoco in azione.

Ma noi abbiamo già detto in varj luoghi del Tomo secondo di quest'Opera, che il flogisto è una sostanza diversa dal fuoco, ed or diciamo lo stesso, adducendo le principali ragioni, alle quali s'appoggia questa nostra asserzione.

1) Il grande STAHLIO dice, che il flogisto sia fuoco combinato, e che il nome di fuoco convenga soltanto al fuoco libero, e attivo. Ma io dico, che il solo stato di unione, che la materia del fuoco elementare contrae colle parti di altri corpi, non basta per distinguere il flogisto dal fuoco, essendo cosa certa, che si dà flogisto combinato, e fuoco parimente combinato, e che gli effetti del flogisto libero sono differenti da quelli del fuoco libero. Alcuni corpi non contengono che flogisto, e questi sono il solfo, i bitumi, le resine, ed i metalli; altri abbondano di fuoco, e non di flogisto; come p. e. la calce caustica, i sali alcalini caustici, e gli acidi puri; altri poi sono pregni, e di fuoco, e di flogisto, e tali sono lo spirito di vino, gli eteri, gli olj essenziali, i quali hanno la loro fluidità dalla materia del fuoco, e dal flogisto hanno la proprietà d'infiammarsi. Se dunque si dà flogisto fisso, e fuoco fisso, e se amendue formano un vero, e diverso principio non solamente

[1] *Nell'articolo « Calore », il V. richiama questa nota con le parole in corrispondenza alle quali a pg.* 41 *di questo Volume è stata posta la nota della Commissione.*

[*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

di varj corpi, ma eziandio della medesima sostanza, senza che l'unione di quello pregiudichi all'unione di questo, ne segue, che il flogisto sia un ente diverso dal fuoco combinato.

2) Ma il flogisto libero è anche diverso dal fuoco libero, mentre gli effetti, che esso produce, sono diversissimi da quelli del fuoco libero; imperciocchè; 1) il flogisto solo è quello, che agisce sull'aria respirabile, e da essa precipita la materia del fuoco; 2) il flogisto può passare da un corpo all'altro senza produrre nè calore, nè fiamma, mentre il fuoco non si svolge senza dar indizio di sua presenza coll'innalzare il mercurio nel Termometro; 3) il cangiare l'aria respirabile in aria fissa, e mofetica, o il farla scomparire intieramente sono proprietà, che convengono soltanto al flogisto libero, e non alla materia del fuoco in istato d'intiera libertà.

3) I corpi si uniscono al fuoco, e da esso s'abbandonano senza soggiacere a que' cangiamenti, che seco trae la combinazione del flogisto, e la rapida sua evoluzione. L'acido vitriolico riceve, e perde la materia del calore senza cangiar natura, e lo stesso si può dire di tutti gli altri acidi, ed anche dell'acqua. Ma se un metallo perde una benchè minima parte del suo flogisto, e le calci metalliche da esso si saturano, il metallo perde la sua forma, il suo colore, ed il suo peso specifico, e le calci metalliche dallo stato di terra passano a quello di perfetti metalli.

È dunque chiaro, che il flogisto considerato comunque si voglia, cioè or come principio, ed or in istato di perfetta libertà, è sempre una sostanza particolare, e totalmente diversa dal fuoco fisso, e dal fuoco intieramente libero.

Questa verità è stata conosciuta anche da WALLERIO *Disput. Acad.* VIII, §. 4., n. 6., ove parlando del flogisto, dice: *Materia phlogistica eadem constare videtur materia caloris, sed nunquam non combinata cum subtili quadam materia terrestri, simplici, unde magis composita redditur, magis fixa, gravis, atque minus penetrans et mobilis*; ciò che del fuoco elementare non si può in verun modo asserire.

Il celebre Sig. SCHEELE nella sua istruttiva Dissertazione sul fuoco, e sull'aria, dice parimente, che il flogisto sia una sostanza singolare, un elemento, ed un semplice principio diverso dalla materia del fuoco, e del calore.

Tale è anche il sentimento del Sig. CRAWFORD, il quale dice ancor di più, cioè che il flogisto, e fuoco non solamente sieno due sostanze diverse, ma anche un'all'altra direttamente opposta e contraria, cosicchè entrando il flogisto in un corpo, si debba indi svolgere la materia del fuoco, nè questa si possa in verun modo combinare con materie pregne di flogisto (v. *Calore* e *Fuoco*).

Dopo aver dimostrato, che il flogisto, considerato in qualsisia stato, è sempre un ente *sui generis*, e una sostanza diversa dal fuoco, vediamo ora cosa esso sia, e quali sieno i suoi prossimi e componenti principj.

Digitized by Google

WALLERIO, come abbiamo detto poc'anzi, crede, che il flogisto sia un composto di materia calorifica, e d'una terra; STAHLIO sembra aver detto lo stesso, allorchè al flogisto diede il nome di terra infiammabile. Ma se questi fosser i veri principj del flogisto, questa sua base terrea si manifesterebbe nelle decomposizioni delle arie pregne di flogisto, e nell'atto della combustione del fosforo, degli eteri, e dello spirito di vino, nella quale non si è finora scoperta cosa alcuna nè pure analoga ad un principio terreo, e fisso.

L'Autore dice, che il flogisto altro non è, che la propria sostanza della luce, fissata immediatamente, o mediatamente in gran numero di composti, de' quali essa è uno de' principj, e privata, finchè dura in tale stato di fissazione, della sua mobilità, e delle altre proprietà, che la distinguono, quando è libera. Bizzarra certamente è cotesta opinione, e brillante lo stile con cui vien portata; ma a quali sperienze ed osservazioni è essa appoggiata? Si sostituisce al flogisto la luce, mentre dalle istruttive memorie del dottissimo Sig. GIO. SENEBIER ne risulta, che la luce è una sostanza diversa dal flogisto; mentre a questo, e non a quella è concesso il potere d'infiammarsi, di comunicare nuove proprietà a que' corpi, ai quali si unisce, di distruggere l'aria respirabile, di non unirsi coll'acqua, di starsene rinchiuso ne' vasi, di formare il solfo coll'acido vitriolico, e di divenire luminoso soltanto nell'atto, che rapida è la sua evoluzione. Se il flogisto è figlio della luce, non si comprende, come questa abbia potuto penetrare ne' più intimi nascondiglj della terra, e de' monti, per ivi produrre il flogisto del solfo, e de' metalli nativi. La materia della luce è un aggregato, e tale è anche quello, che forma il flogisto; ma l'aggregazione di quella è diversa dall'aggregazione di questo, SCHEELE *l. c.* §. 66. Vero è bensì, che la calce dell'argento unita all'acido marino, esposta per qualche tempo ai raggi solari, cangia colore, e si repristina in parte; vero è, che lo stesso avviene all'oro calcinato dall'acqua regia; ed è anche verissimo, che la luce agisce sensibilmente sulla sostanza colorante, e flogisticata del regno animale, e vegetale; ma se cotesti cangiamenti attribuire si debbano alla luce medesima fissata, e trasmutata in flogisto, o pure a quel flogisto, che forma un suo prossimo principio, come credono alcuni, la cosa non è ancor decisa, nè si potrà decidere se non col mezzo di certe, costanti, e reiterate sperienze.

Tra le più luminose, e più istruttive osservazioni fatte dal celebre Dottore PRIESTLEY annoverasi anche la riduzione di alcune calci metalliche, cioè del piombo, dello stagno, e del ferro fulminate dal fuoco d'una elettrica scintilla in un recipiente pieno d'aria infiammabile. Il Sig. PELLETIER presso ROZIER 1782. p. 135., ha parimente repristinato in un vero regolo l'acido arsenicale coll'ajuto dell'aria infiammabile. Da queste osservazioni indotto il Sig. MOLLERAT DE SOVHEY *l. c.* 1781. p. 259. crede, che il flogisto dei metalli non sia punto diverso dall'aria infiammabile. Ecco le sue parole: *Le*

Digitized by Google

phlogistique des Métaux peut aussi être régardé comme un gas particulier, qui en dissout la terre métallique par le moyen d'un feu plus ou moins violent, et la fait crystalliser; mais ce feu doit être proportionné: car lorsqu'il est trop vif, et trop long-temps continué, le phlogistique se dissipe, abandonne la terre; le métal est calciné, reduit en chaux, et ne sauroit plus crystalliser. Dans la dissolution des métaux par les acides, il se dégage un vrai gas, semblable en tout aux autres gas; il en a toutes les proprietés acides. Ce gas paroit n'être que le phlogistique métallique reduit en vapeurs. Il Sig. DE LA METHERIE dice parimente *l. c.* 1782. p. 17. che *l'air inflammable est dans les substances ce, qu'est l'air fixe dans les corps et pierres calcaires.*

Il parere di questi illustri, e rispettabilissimi Letterati è dunque, che l'aria infiammabile metallica sia puro, e pretto flogisto, perchè ritornando di nuovo nella sostanza metallica, che aveva abbandonata in forma d'una terra, la investe di tutte quelle proprietà, che possedeva nel primiero stato di vero, e perfetto metallo. Si avverta però di non decidere nelle scienze di fatto, se non dopo aver ben ponderato ogni menoma circostanza, e dopo essersi con nuove prove assicurato, che veramente tutto il complesso dell'aria infiammabile, e non già il solo flogisto, che è un suo principio, si richieda per metallizzare le terre metalliche. Non è egli forse più probabile, che le dette calci, anche nell'esperimento del Sig. PRIESTLEY, siano state repristinate dal flogisto dell'aria fissa ospitante in ogni calce metallica? (v. *Riduzione*). L'illustre Fisico inglese dice bensì, che l'aria residua nel vaso, in cui ottenne la riduzione, era ancor infiammabile, ma a qual segno fosse tale, e qual diminuzione abbia sofferto, non sappiamo ancora. In tutte le riduzioni si produce aria pura, la quale mescolandosi col residuo dell'aria infiammabile, non può, che alterarne la sua natura, quando l'operazione si faccia in vasi chiusi, e coll'ajuto del fuoco solare, intorno a cui non si sa ancora, se comunichi anch'esso alla calce metallica, o all'aria contenuta nel recipiente, una parte di quel flogisto, che esso contiene. Da ciò, che abbiamo detto intorno ai principj prossimi dell'aria infiammabile, ne risulta, che l'aria infiammabile non è puro flogisto, ma un fluido elastico sopraccomposto di flogisto, e d'una base probabilmente salina; onde è probabile, che non tutto l'aggregato dell'aria infiammabile, ma bensì il suo flogisto componente si unisca alla calce metallica per rimetterla nello stato di metallo, e questo è anche il parere del Sig. VOLTA.

Abbiamo detto, che il flogisto non è un corpo semplice, ma composto di fuoco vincolato con un'altra sostanza. Or resta a ricercare di qual natura sia questa base, cui attenendosi la materia del fuoco forma il flogisto? Tutti i Chimici più accreditati convengono, che si dia in natura un principio salino primigenio da cui tutte le sostanze saline finor conosciute traggono la loro origine; e come pure, che la prossima affinità del fuoco elementare sia

Digitized by Google

con questo medesimo salino e elementare principio, lo conobbe anche il grande STAHLIO *Exper. and Observ. chym. observ.* 132., e dopo di esso HIERNE *Parascev.* p. 33. 35. ELLER *Hist. de l'Académ. de Berlin* 1756. DU MACHY *Elém. de Chym.* I, p. 193. SCHEELE *l. c.* §. 73. Il Sig. BAUMÉ *Manuel de Chym.* p. 45. è bensì di parere, che la terra selciosa sia quell'ente, con cui il flogisto ha la massima affinità; ma una tale dottrina, non essendo appoggiata a verun stabile fondamento, è stata giustamente riprovata dal Sig. SCHEELE *Von der Luft und dem Feuer* ec. §. 52. A questo stesso salino principio s'attiene anche la materia del calore, ossia del fuoco nell'aria respirabile, colla differenza però, che quello, il quale forma un principio essenziale di questo fluido elastico permanente, è diverso da quello, che forma una parte costituente di quell'aggregato, che si chiama flogisto, sebbene tra l'uno, e l'altro vi sia molta analogia, e per tal ragione così facile, e così pronta vedasi l'unione del flogisto colla base salina dell'aria pura. Or a questo principio io ne appoggio un altro, e dico, che siccome il flogisto si può unire colla base anzidetta senza scomporsi, così è verosimile, che la materia del fuoco abbia col proprio principio salino una maggiore affinità, o un grado di adesione molto maggiore, che colla base salina dell'aria respirabile. Ciò supposto, come è molto probabile, si comprende la cagione, per cui l'aria deflogisticata si scompone dal flogisto; e da ciò anche ne risulta, che il principio salino del flogisto sia ancor più analogo a quello dei metalli, che a quello dell'aria, perchè abbandona questo per unirsi a quello ogniqualvolta dal fuoco si rilascia quel legame, con cui il flogisto è vincolato coll'anzidetto aeriforme salino principio. Ma d'onde nasce questa grande affinità del flogisto colle calci metalliche? Non da altra cagione, io rispondo, che da quella stessa, per cui così facilmente si unisce coll'acido nitroso. Quest'acido, come tutti gli altri, è una sostanza salina, e di tale natura è anche quella, che forma l'acido radicale di ogni metallo. Si considerino pure ad una ad una tutte le produzioni della natura, e si vedrà chiaramente, che quanto più ricche sono di flogisto, tanto più abbondano di materie saline; ed al contrario quanto più sono povere di principio salino, altrettanto sono scevre di flogisto. Cosa sono gli eteri, e gli olj, se non corpi composti principalmente d'acido e di flogisto? Cosa è lo spirito di vino, se non un acido sopraccarico di flogisto? L'Arsenico, e così anche tutti gli altri metalli, che sono mai, se non altrettanti acidi saturi di flogisto? Dunque è vero, che il principio salino sia quello, con cui il flogisto ha la massima affinità, e ciò non per altra ragione, che per l'analogia, che passa tra la base di quello, e tra la base di questo, onde ne segue, che salino e subacido sia quell'appoggio, cui il fuoco elementare si attiene nel flogisto.

Ma questo ancor non basta. L'accennata base non può essere, che un corpo semplice al pari del fuoco medesimo; poichè essendo composta reste-

Digitized by Google

rebbe a sapersi a quale de' suoi principj s'appoggi la materia del fuoco elementare per formare il flogisto. Ciò, che io chiamo principio salino, è dunque un elemento diverso dal fuoco, un ente primigenio, semplicissimo, onde traggono l'origine tutte quante sono le materie saline, le quali benchè non siano corpi semplici, sono però anch'esse atte a combinarsi col fuoco puro, formando mercè tale unione un composto diverso dal flogisto, cioè quello, che da me chiamasi *fuoco caustico* (v. *Fuoco*).

Ma siccome la natura di questa base non è sempre la medesima, così anche il flogisto non è sempre con essa vincolato colla stessa forza, e collo stesso grado di adesione. Vediamo, che l'aria nitrosa rilascia il suo flogisto al solo contatto dell'aria respirabile, cui lo dona, senza che abbia bisogno di quell'urto, che è necessario per l'aria infiammabile, e da ciò veniamo ad essere convinti, che l'affinità del flogisto sia maggiore col principio salino dell'aria infiammabile, che con quello dell'aria nitrosa, contro il sentimento del Sig. BERGMAN, e che le affinità del flogisto stabilite da questo illustre Letterato abbiano bisogno di rettificazione, e di nuove aggiunte. Che ciò sia vero, deesi osservare; 1) che il flogisto svolto dai metalli per via umida si unisce più volentieri coll'aria nitrosa, che coll'aria nuda; 2) che l'acqua non ha veruna affinità col flogisto, ma soltanto coll'aria deflogisticata contenuta nell'acqua medesima; 3) che ommettere non si dovevano le affinità di quel flogisto, che per via umida passa da un metallo nella calce d'un altro disciolta in un acido; 4) che l'aria nuda si flogistica per via secca dal flogisto d'ogni metallo senza differenza veruna; 5) che nelle affinità per via secca non si dovea ommettere l'aria infiammabile; 6) che il flogisto ha maggiore affinità colla calce dello zinco, che con quella del ferro, avendola io ripristinata colla limatura di ferro.

L'Autore dice, che l'acido vitriolico spogliato di tutta l'acqua soverchia alla sua essenza salina, ovvero ridotto in forma d'un fluido elastico permanente, attrae il flogisto da tutti corpi, di qualunque natura essi sieno, insegnandoci con ciò, che il flogisto sia quel corpo, con cui l'acido vitriolico ha la massima affinità. Ma dalle nuove scoperte chimiche risulta, che la calce del magnesio attrae il flogisto dall'acido vitriolico.

Il flogisto entra nell'aggregato di tutti gli acidi, ma la forza, con cui si attrae da coteste sostanze, non è in tutte la medesima. La massima sua affinità è però coll'acido nitroso, BERGMAN *Nov. Act. Upsall.* II, essendo capace di togliere all'acido marino per via umida e all'acido vitriolico tutto quel flogisto, che essi contengono, SCHEELE *l. c.* §. 77. Ma da ciò non segue, che il flogisto formi una parte essenziale dell'acido nitroso, da che l'esperienza c'insegna, che questo acido spogliato di flogisto conserva tutte le proprietà d'un vero acido nitroso, come le conservano anche gli altri acidi quantunque deflogisticati. Vero è però, che le proprietà d'un acido flogisticato sono dif-

Digitized by Google

ferenti da quelle, che esso possiede, quando è scevro di flogisto. Così p. e. l'acido marino unito al flogisto non iscioglie l'oro, come lo scioglie quando è privo di flogisto; l'acido vitriolico carico di flogisto è molto più volatile, e se di esso ne è saturo, non è più un liquore, ma un corpo solido.

Lo stesso è de' sali alcalini, i quali parimente si conservano in tale stato, sebbene non contengano flogisto, cui altresì facilmente si uniscono, e da tale unione producono effetti diversi da quelli, che suol produrre un alcali puro. Leggasi la bella Dissertazione del Sig. BERGMAN *De praecipitatis metallicis*, e da essa si vedrà, quanto diverso sia il peso ed il colore delle calci metalliche precipitate dagli acidi coll'alcali flogisticato, e coll'alcali puro. Maggiore affinità ha però l'alcali volatile col flogisto, che l'alcali fisso; e l'alcali vegetale, più che l'alcali minerale. Che meraviglia è dunque, se diverso è il grado d'affinità col flogisto tralla base salina dell'aria deflogisticata, dell'aria infiammabile, e dell'aria fissa? Queste basi differiscono tra loro, come un alcali da un altro, e come l'acido radicale dell'oro da quello dell'arsenico.

Troppo finora mi sono inoltrato, passando inavvedutamente anche nel regno delle ipotesi, se tali pure sono le idee appoggiate a fatti plausibili, ed all'autorità dei più celebri Scrittori. Sia però comunque si vuole, mi stimerò sempre felice, se questi miei ragionamenti potranno aprire la strada a nuove scoperte, e servir di scorta ad ulteriori ricerche sulla natura del flogisto, e sulle moltiplici sue affinità. Il nostro celebre Sig. VOLTA portato da un vero zelo per l'aumento delle Scienze, e da un nobile coraggio di cavare di bocca alla natura i suoi più occulti secreti, ci fa sperare una nuova serie d'interessanti sperienze intorno a quel fumo, che resta dopo l'accensione dell'aria infiammabile, e che si crede essere la base abbandonata dal flogisto in tale operazione. Ma giacchè si parla dell'aria infiammabile, stimo bene di favellare di quella proprietà, che ha il flogisto di cangiare molti acidi in un fluido permanentemente elastico. L'acido vitriolico puro non prende la forma aerea, perchè non ha flogisto, nè di tale forma è suscettibile l'acido marino deflogisticato. Da ciò ne risulta che il flogisto non è un acido, perchè la proprietà degli acidi è di condensare, e non di attenuare e diradare. Ma se tale è la natura del flogisto, perchè dunque condensa e coagula l'acido arsenicale? L'indole degli acidi radicali metallici è dunque diversa da quella degli acidi minerali; o dobbiamo dire, che il flogisto sia un mezzo necessario per rendere alcuni acidi suscettibili d'una massima quantità di fuoco assoluto, per cui occupando uno spazio molto maggiore, s'investono d'un abito aereo. Comunque però ciò sia, difficilmente si comprende la vera cagione, per cui gli acidi si convertono in un fluido elastico permanente per mezzo del flogisto, e senza quest'ajuto non è possibile un tale cangiamento. Il nostro Autore dice che la materia del fuoco sia quella, che cangia l'acido vitriolico in aria acida sulfurea volatile (v. *Aria acida vitriolica*), dandoci con ciò a divedere, che la teoria di STAHLIO non distingue bastantemente il flogisto dal fuoco.

Digitized by Google

Un'altra non meno rimarchevole proprietà del flogisto è di agire con gran forza sull'aria pura, e ciò, che è più ammirabile, di agire in due diverse maniere, cioè col cangiare l'aria respirabile in aria fissa, oppure col distruggerla, e farla scomparire intieramente, senza sapere dove vada, e cosa divenga. Da ciò si potrebbe arguire, che si dieno più specie di flogisto, ma siccome una sola combinazione del fuoco puro è quella, che ferma [1] il flogisto, niuno certamente potrebbe azzardare una simile proposizione, se non col grave impegno di sostenerla co' fatti alla mano, i quali non solamente non si hanno, ma non si avranno neppure in avvenire. Se il flogisto dell'aria infiammabile metallica distrugge tutta l'aria respirabile, e quello dell'aria infiammabile oleosa la converte in aria fissa, ciò non può da altro provenire, che dal diverso grado di forza, con cui si scaglia il flogisto sull'aria pura, il quale dee essere maggiore in quello dell'aria infiammabile metallica, che in quello dell'oleosa, e ciò probabilmente a cagione di qualche altro principio, che modera, e ritiene l'impeto del flogisto in quest'aria, e non in quella, che è molto più pura.

Ma per qual cagione toglie il flogisto all'aria la proprietà di esser respirabile? A questa domanda io rispondo, che ciò avviene appunto per la stessa causa, per cui l'acido marino ordinario non iscioglie l'oro; imperciocchè siccome quest'acido altresì pregno di flogisto non può ricevere in sè quello dell'oro; così anche l'aria già carica di flogisto non è più in istato di accoppiarsi a quello che esala dal polmone, nè può innoltre comunicare alla massa del sangue alcun fuoco, di cui ne è priva, e così cessando il fine primario, per cui si fa la respirazione, cessa anche il circolo del sangue, il moto del cuore, e con esso la vita. Dunque nella respirazione l'aria riceve, ed evacua il flogisto, contro il parere di quelli, i quali al contrario pretendono, che il sangue riceva flogisto dall'aria inspirata.

Tutto il contrario succede colle piante, le quali in un ambiente d'aria flogisticata vivono benissimo, e vegetano felicemente, e nello stesso tempo deflogisticano l'aria per gli animali irrespirabile, che le circonda: e da ciò ne risulta, che le piante, mercè l'azione della luce, assorbono dall'aria il flogisto, e rettificando in tal guisa l'aria atmosferica, la conservano, ad onta di tanti processi flogistici, in istato d'essere acconcia alla respirazione degli animali (v. *Aria fissa*).

Abbiamo detto, che il flogisto, sebbene atto a formare un principio di moltissimi corpi fossili, di tutti gli esseri organizzati, e dell'aria comune, non è però una sostanza semplice, ma composta di fuoco, e d'un altro principio probabilmente salino. Non è dunque meraviglia, se svolgendosi, e reso li-

[1] *Così in Macq. Diz. Chim.: probabilmente invece della parola « ferma », dovrebbesi leggere la parola « forma ».* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

bero passi da un corpo in un altro senza scomporsi. Ciò succede quando il solfo si decompone dall'acido nitroso fumante; quando la calce dell'oro, dell'argento, e del rame si separa da un acido mediante il flogisto d'un etere del ferro, o d'un altro metallo, e quando le calci metalliche si repristinano per via secca dal flogisto del carbone.

La più comune opinione è, che i colori, e le infinite loro varietà dipendano dal flogisto, come abbiamo detto all'articolo *Colore*. Se ciò fosse vero, allora que' metalli sarebbero più coloriti, i quali più abbondano di flogisto; e per conseguenza dovrebbe la bianchezza convenire più all'oro, che allo stagno, e più al piombo che allo zinco; e la calce del mercurio precipitata dall'acido nitroso coll'alcali flogisticata non sarebbe bianca; nè di color di ruggine quella, che dallo stesso acido si separa coll'intermedio d'un alcali puro. S'ingannano perciò que' Chimici, i quali credono, che il flogisto sia il principio dei colori e degli odori (v. *Colore*).

I metalli si fondono dal fuoco, e si fluidificano dagli acidi più facilmente, che le loro calci, ma per qual ragione? Nasce ciò forse dalla mancanza del flogisto nelle terre metalliche, e dalla sua presenza ne' veri metalli? Certamente: ma io domando nuovamente per qual ragione le terre metalliche sature di flogisto sieno più fusibili, e più solubili negli acidi? Per rispondere a questa questione, non ancora sciolta da alcun Chimico, dobbiamo ricorrere alla considerazione di que' mezzi, coll'ajuto de' quali altri corpi non meno refrattarj delle calci metalliche si rendono più facili a fondersi, ovvero ad arrendersi all'azione dissolvente del fuoco, e d'altri mestrui. Tra questi si presenta primieramente la terra calcare pura capace di resistere al fuoco più forte senza dimostrare alcun indizio di vera fusione. La stessa proprietà ha la terra argillosa, e la terra selciosa. Ma se la terra calcare si unisce con un acido, o col solfo; se l'argilla si satura d'acido vitriolico, e se la selce si accoppia ad un alcali fisso, allora i prodotti di queste combinazioni si fondono più facilmente. Lo sanno i fonditori delle miniere quanto utili sieno le piriti più ricche di solfo nelle fusioni crude, nelle quali le materie, che si fondono, sono più refrattarie. Dunque se i mezzi capaci a correggere l'indole refrattaria di tutti questi corpi, consistono in sostanze saline, credo di poter con fondamento asserire, che il flogisto renda le terre metalliche più facili a fondersi, e ad essere disciolte dagli acidi, a cagione della sua base salina, cui s'attiene la materia del fuoco, e forse anche per l'intima natura del fuoco medesimo molto analoga a quella del principio salino primigenio mediante tra quella del fuoco, e quella di una terra. Ma ciò non basta ancora. Io vedo, che le terre apire non si arrendono all'azione del fuoco, se non dopo, che da un acido, dal solfo, o da un alcali sono state disciolte. Questa circostanza mi fa credere, che il flogisto non si debba considerare, come frapposto tra le particelle metalliche, ma come un vero agente chimico, e come un dissolvente,

Digitized by Google

il quale intimamente unito colle medesime forma un nuovo composto, le cui proprietà sono differentissime da quelle d'una terra metallica.

Il flogisto rapporto al modo, con cui si unisce alle sostanze metalliche, si può dividere in coagulante, e saturante. Il primo è quello, che cogli acidi radicali metallici, forma le terre metalliche, mentre quello, che appellasi saturante, cangia coteste terre in veri metalli. Un chiaro esempio di tale verità l'abbiamo dall'acido arsenicale, il quale coagulato dal flogisto si trasforma in arsenico bianco; e saturato dal medesimo si trasforma in regolo arsenicale. Da tali considerazioni veniamo a comprendere; 1) che i metalli non si spogliano intieramente dal loro flogisto, nè dagli acidi, nè dal fuoco, nè da qualunque altro agente chimico; 2) che deflogisticandosi totalmente diverrebbero altrettanti acidi concreti, come è l'acido arsenicale, se noti fossero i mezzi a tal uopo necessarj; 3) che siccome ogni acido per formare un sale perfettamente neutro, richiede una certa quantità di terra assorbente, di sale alcalino, o di metallo, così anche ogni acido metallico radicale deve essere unito ad una determinata quantità di flogisto saturante, acciò indi ne risulti un vero metallo. Il Sig. BERGMAN ha fatto varie, e delicate sperienze per iscoprire quanto flogisto annidi in cadaun genere di metallo, onde ne segue, che se la quantità del flogisto in cento parti di argento fosse eguale a 100., nel mercurio sarebbe eguale a 74., nel piombo a 43., nel rame a 312., nel ferro a 233., nello stagno a 114., nel cobalto a 270., nello zinco a 182., nell'antimonio a 120., e nel magnesio a 227.; quindi *secundum allata experimenta phlogisti ditissima est Platina, dein Aurum, Cuprum, Cobaltum, Ferrum, Magnesium, Zincum, Niccolum, Antimonium, Stannum, Arsenicum, Argentum, Hydrargyrum, Bismutum, et Plumbum. Dissert. de quantitate Phlogisti in metallis.* Questa quantità si può determinare anche secondo la quantità di quell'aria infiammabile, che si svolge da ogni metallo. Così p. e. trovandosi in un pollice cubico d'aria infiammabile svolta dal ferro tanta quantità di flogisto, quanta si trova in libbre 2,17 d'acciajo, e in libbre 2,08 di ferro malleabile, si può sapere, quanto flogisto vi sia in una maggiore quantità d'acciajo, e di ferro molle; e lo stesso si può dire a un di presso degli altri metalli. BERGMAN *de analysi ferri*, § IV, *B.* Nel *Tomo* VI, degli *Opuscoli scelti di Milano* [1] si trova un articolo d'una lettera del Sig. PRIESTLEY al Sig. DOTT. [2] INGEN-HOUSZ scritto in questi termini: = *Mi ha fatto molto piacere il mandatomi ragguaglio de' vostri sperimenti, e specialmente di quelli, che riguardano l'ardere de' metalli nell'aria deflogisticata. Questo, a mio parere, può essere un buon metodo per determinare la quantità del flogisto, che essi contengono. Il metodo mio, sebbene molto sembrasse promettermi, non corrispose*

[1] *Op. Sc.* 1783, *Tomo* VI, *pag.* 120: « *Articolo di lettera scritta dal Sig. Dott. Priestley al Sig. Dott. Ingen-Housz* ». *In Macq. Diz. Chim. trovasi invece per errore*: « *Tomo* IV ». [*Nota della Comm.*].

[2] *In Macq. Diz. Chim. leggesi* « *De* » *invece di* « *Dott.* ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

alla mia aspettazione riguardo ad alcuni metalli, nè posso rifare gli sperimenti a dovere fin alla prossima state. Da quanto però ho fin qui potuto osservare, io congetturo, che richiedansi 100. *oncie (in misura) d'aria infiammabile per fare un'oncia di Piombo,* 323. *per un'oncia di Stagno, e* 423. *per un'oncia di Rame. Il Ferro non ho potuto farlo, che imperfettamente.* = Ma per quanto si procuri di svolgere dai metalli il flogisto in forma d'aria, d'introdurlo nelle loro calci in qualsisia modo, o di rintracciare per via umida quella sua quantità, che chiamasi saturante, non credo, che in alcuno di questi, od altri metodi si arriverà mai a poterla determinare colla dovuta precisione, e di poter positivamente asserire, che in cento parti d'oro vi sieno p. e. 20. e non più di flogisto. I metalli, che a tal uopo s'adoperano, sono rade volte così puri, come esser debbono, i mestrui non hanno sempre la medesima attività; il diverso grado di calore dell'atmosfera contribuisce non poco a svolgere dai metalli più o meno di flogisto; l'aria infiammabile svolta dai metalli è quasi sempre mescolata con altre arie, ed or è più ricca, or più povera di flogisto: e finalmente determinare primieramente si dovrebbe la quantità del flogisto coagulante, la quale unita al saturante ha da formare quella, che annida in cadaun genere metallico.

Molto ancora avrei che dire, intorno al flogisto. Ma siccome si è già parlato su tal soggetto, e si parlerà in seguito quasi in tutti gli articoli più interessanti, stimo bene di non diffondermi maggiormente, nè di far altro, che esporre in compendio le principali cose finora accennate rapporto al flogisto.

Il flogisto è una sostanza singolare, e diversa dal fuoco elementare, forma un principio essenziale di tutte le arie non respirabili, di tutti gli esseri organizzati, di molti corpi fossili, e della luce solare.

È un composto di fuoco puro, e d'un principio salino diverso d'ogn'altro.

La base, cui il fuoco s'attiene nel flogisto, non è una terra.

Che il flogisto sia figlio della luce, è una semplice congettura.

Flogisto ed Aria infiammabile non sono sinonimi.

Le affinità del flogisto non sono ancor state determinate colla dovuta precisione.

Non forma un principio essenziale degli acidi, e de' sali alcalini.

Esercita la sua forza, specialmente sull'aria respirabile, che or cangia in aria fissa, or distrugge intieramente.

Le piante assorbiscono dall'aria il flogisto.

Passa da un corpo all'altro senza soggiacere a decomposizione veruna.

Non è l'unico principio dei colori, e degli odori.

Rapporto alle sostanze metalliche si divide in coagulante, e saturante.

È cosa difficilissima il poter determinare esattamente la quantità del flogisto saturante in cadaun genere di metallo.

Digitized by Google

Digitized by Google

CXIX.

EUDIOMETRO

1783.

FONTI.

STAMPATE.

Macq. Diz. Chim. T. IV, Pavia, 1783, pg. 458 (117).
Ann. Univ. Agric. T. XV, Milano, 1832, pg. 34.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: G 28; G fot. 17.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Macq. Diz. Chim.
DATA: da Macq. Diz. Chim. T. IV, Pavia, 1783.

Macq. Diz. Chim. T. IV, pg. 458 (117): è l'articolo « *Eudiometro* », che trovasi stampato nel T. IV, pg. 458, della edizione pavese speciale (1783-1784) del Dizionario di Chimica del Macquer tradotto dallo Scopoli; il medesimo articolo appare nel T. IV, pg. 117, della edizione pavese comune (in data pari a quella della precedente) dello stesso Dizionario. Per quanto riguarda questo Dizionario vedansi le note di frontespizio N. CXVIII di questo Volume, e quelle del N. CXVII del Volume sesto.

G 28: è un Mns. di quattordici pagine, che costituiscono una minuta autografa di una parte dell'articolo « *Eudiometro* ».

Ann. Univ. Agric. T. XV, pg. 34: è una lettera, scritta al Landriani in data 30 agosto 1775, nella quale sono sostenute delle idee, che si trovano più ampiamente svolte nell'articolo « *Eudiometro* ». Si pubblica questa lettera nell'Appendice al presente Numero, in relazione alla citazione di ricerche compiute dal Landriani nel 1775.

G fot. 17: è una copia fotografica di una lettera al Senebier, in data 31 agosto 1779 (pubblicata nel N. CXIV (D) del Volume sesto), nella quale il V. espone e discute i risultati delle esperienze compiute coll'Eudiometro sull'aria delle pianure e delle montagne, e conclude che il « vizio flogistico » non è il solo al quale si debba la

Digitized by Google

morbosità dell'aria. Questa lettera è qui citata per la natura degli argomenti in essa svolti.

Dalle seguenti lettere:

G fot. 20, scritta dal V. al Magellan, in data 28 ottobre 1783 (e pubblicata nel N. CXV (A) del Volume sesto);

H fot. 5, scritta dal V. al Senebier, in data 28 novembre 1783 (e richiamata nella nota del N. CXIV del Volume sesto);

G fot. 21, scritta dal V. al Senebier in data 12 marzo 1784 (e richiamata nelle note di frontespizio del N. CXIV del Volume sesto);

risulta che il V. aveva fornito l'articolo « *Eudiometro* » allo Scopoli, il quale stava preparando la traduzione italiana del Dizionario di Chimica del Macquer.

Digitized by Google

Macq. Diz. Chim. T. IV, pg. 458 (117).

EUDIOMETRO.

Si chiama *Eudiometro* uno stromento inventato in questi ultimi anni per misurar la salubrità, o a dir più giusto la *respirabilità* di diverse arie. Non sì tosto il Dottor PRIESTLEY ebbe fatto la scoperta delle proprietà singolari dell'aria nitrosa, cioè di scomporsi essa con effervescenza accompagnata da vapori rutilanti, e da calore, quando viene a mescolarsi coll'aria dell'atmosfera, e di tirar seco una diminuzione di quest'aria medesima; di non produrre nulla di simile con nessuna specie di aria mofetica, ma colla sola aria buona, e ciò in ragione della maggiore o minore respirabilità di questa; non si tosto, dico, ebbe il Sig. PRIESTLEY tali cose scoperte ed accertate, che si applicò col saggio di detta aria nitrosa ad esplorare e notare le più piccole differenze riguardo a tale qualità, misurando in gradi sopra una scala esatta le diminuzioni prodotte in diverse arie respirabili più o men buone, più o meno viziate, *Exper. and Observ. on different Kinds of Air.* Vol. I, Part. I, 1772. (v. *Aria nitrosa*); il che fece con successo. Almeno una tal prova, è certo, che comunque non vada esente da ogni anomalìa, in grazia però d'essere assai più sensibile, e soggetta a misura fino a un certo segno accurata, è molto preferibile alle altre più grossolane, più incostanti ancora, e sottoposte a maggiori varietà, come sono il mantenersi vivo o l'estinguersi di un lume, l'ardere di esso con maggiore o minore vivacità, il respirare con difficoltà o senza di un animale, e il vivere del medesimo più o men lungo tempo in un dato volume di aria; le quali prove erano per lo innanzi il solo criterio, gli unici mezzi conosciuti di esplorarne la bontà, o respirabilità.

Il Cavalier LANDRIANI, molto studio avendo posto per ridurre alla forma di uno istromento fisico, elegante, e portatile l'apparato per simili sperienze, fu quegli, che gli diede il nome di *Eudiometro*, *Ricerche Fisiche sulla salubrità*

Digitized by Google

dell'aria, *Milano* 1775 [1]. Il cel. Ab. FONTANA, il quale dopo avere immaginato egli pure diverse costruzioni tutte ingegnose, ha dovuto finalmente ritornare all'apparato più semplice, che è poi quello, di cui si serviva, e si serve tuttavia il Sig. PRIESTLEY, con poche mutazioni, pretende, che si debba chiamare più propriamente *Evaerometro*, secondo la significazione del vocabolo greco. Le osservazioni, che siamo per fare in quest'articolo, mostreranno che nè l'uno nè l'altro di tai nomi gli conviene a rigore, perchè esprimono e prometton troppo, dandoci ad intendere, che un tale stromento giudichi d'ogni salubrità ed insalubrità dell'aria; quando il vero si è, che giudica e misura una determinata qualità di essa, la sua maggiore o minore attitudine ad essere respirata, e non altro, nulla cioè marcando di tanti altri vizj ed infezioni, cui va soggetta. Siccome però poco importa dei nomi, quando si convenga delle cose, non farem difficoltà di ritenere quello di *Eudiometro*, che veggiamo comunemente adottato dai Fisici.

Nostro intendimento è dunque di ridurre i vantaggi dell'Eudiometro al loro giusto valore, acciò altri non venga per avventura abbagliato ed ingannato da sì splendido nome; acciò non si attribuisca a un tale stromento più di quello, che può realmente prestare, il che sarebbe qualor si credesse poter esso servire a dinotare qualunque siasi vizio d'insalubrità dell'aria, come dicemmo, che sembra indicare siffatto nome e come alcuni non molto consideratamente sono andati predicando. E qui dobbiam dire ad onore del vero, che tutte queste riflessioni, le quali degradano l'Eudiometro da quella troppo alta considerazione, in cui è stato, ed è tuttavia tenuto da molti anche Fisici valenti, ci vengono comunicate da uno, che dovrebbe aver interesse ad esaltarlo, anzichè deprimerlo, siccome quegli, che essendo benemerito della dottrina delle Arie, lo è particolarmente dell'*Eudiometro*: parlo del Sig. VOLTA inventore di quello ad *aria infiammabile*, che è indisputabilmente più esatto e preciso degli altri ad *aria nitrosa*, come lo han riconosciuto tutti quelli, che l'han veduto. Ma così fa il vero Filosofo; quanto è ardente in far nuove ricerche, e nell'inseguire tutte le conseguenze di un principio giusto afferrato, altrettanto si guarda dall'abbracciarne di vaghi e incerti, dal correr dietro alle prime lusinghevoli apparenze, e si ritiene soprattutto dal troppo generalizzare.

Abbiam già dato una sufficiente idea (*a*) dei varj *Eudiometri* ad aria nitrosa, almeno dei principali, e di quello pure ad aria infiammabile, e parlato dei vantaggi e svantaggi di ciascuno, e vi abbiamo spiegato ampiamente la

(*a*) Dico un'idea, perchè le descrizioni dettagliate di questi stromenti non son cose, che possano entrare in questo Dizionario. Chiunque ne è curioso potrà vederle nelle Opere ivi citate.

[1] *Vedasi in proposito la lettera al Landriani, in data* 30 *Agosto* 1775, *pubblicata nell'Appendice a questo Numero.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

teoria nelle Note sopra le *Arie* [1], che il lettore dovrà innanzi tutto consultare (v. *Aria infiammabile*, *Aria nitrosa*, *Aria deflogisticata*, *Aria flogisticata*). Ivi si è dimostrato, che la diminuzione dell'aria respirabile occasionata tanto dall'aria nitrosa, quanto dall'aria infiammabile, che si scompongono, quella con effervescenza e calore, questa con vera infiammazione, che tale diminuzione, dico, dell'aria respirabile è cagionata dal flogisto, che sovra di essa si scarica sì dall'una, che dall'altra di dette arie fattizie all'atto della loro scomposizione. Che se quell'aria respirabile è tutta pura *deflogisticata*, come quella cavata colla distillazione dai nitri, dai vitrioli, dal precipitato *per sè* ec., può per tal processo distruggersi, ossia scomparire per totalità. Ma se è un misto di due arie, una *deflogisticata* (che è la sola propriamente respirabile), e l'altra mofetica o *flogisticata*, com'è realmente l'aria comune atmosferica, la sola porzione di aria pura, che trovasi in quel misto, e a cui può attaccarsi il flogisto, subisce una tale distruzione. Si è dimostrato, che l'aria comune contiene tra un quarto e un quinto di aria deflogisticata, epperò di tanto, e non più può diminuire il suo volume. Che se il fuoco, la respirazione, la putrefazione, od altro qualunque processo flogistico, a cui sia stata esposta l'aria atmosferica, avrannovi diggià diminuita tal competente dose di aria deflogisticata; sarà, come ben si vede, d'altrettanto minore l'ulterior diminuzione, che vi potran cagionare, o l'aria nitrosa, o l'aria infiammabile: come all'incontro sarà maggiore questa diminuzione, se sia stata arricchita detta aria atmosferica di maggior quantità d'aria deflogisticata, per opera e. g. della vegetazione (*a*). Ed ecco come l'aria nitrosa, e l'aria infiammabile ne fan giudicare della respirabilità di diverse arie: sì l'una che l'altra ci scopre la quantità relativa di aria propriamente respirabile e pura, che si contiene in quella, che ci proponiamo di esaminare.

Invero non è picciolo vantaggio di possedere uno stromento, con cui rinvenire, e ridurre a misura accurata la proporzione di quell'aria *vitale*, che trovasi diffusa in tant'altra assolutamente mefitica, di quel fluido prezioso, che è il solo respirabile, il *pabulum vitae, et ignis*: la qual proporzione qualor avvenga, che si trovi scemata oltre a un certo segno, il restante del misto aereo è ridotto ad essere non che inetto a sostener la fiamma ad ogni combustione, ma fatale agli animali, che lo respirano. Non è piccolo vantaggio,

(*a*) Abbiamo in più d'un luogo parlato nelle note agli Art. cit. dell'aria deflogisticata, che forniscono in abbondanza le foglie verdi delle piante mediante il benefico influsso della luce solare: e ciò singolarmente depurando ed elaborando l'aria fissa, come ha benissimo provato il Sig. SENEBIER nell'egregia sua opera *Mémoires Physico-chymiques sur l'influence de la lumière solaire, pour modifier les Etres des trois règnes de la Nature et surtout ceux du règne végétal*, Genève 1782, compresa in tre volumi, a cui ne ha aggiunto ultimamente un quarto sotto quell'altro titolo *Récherches sur l'influence de la lumière solaire, pour métamorphoser l'air fixe en air pur par le moyen de la végétation*, e ne promette ancora un quinto.

[1] *Vedasi il N.* CXVII *del Volume sesto.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

ripetiamolo pure, l'avere nel nostro Eudiometro un istrumento proprio a indicarci con una certa precisione la quantità comparativa di quel puro elemento respirabile posseduta non tanto da diverse arie fattizie, quanto dall'aria naturale medesima, secondo che è presa al chiuso o all'aperto, al basso o all'alto, e in diverse altre circostanze di siti, di tempi, e di azioni, che sono, o si suppongono capaci di alterarla. Ma sarebbe un portare le cose molto oltre i confini, e un perdere intieramente di vista la teoria, di cui abbiam dato qui sopra un ristretto (rimandando per una più ampia esposizione e corredo di prove agli articoli delle *Arie*), se si pretendesse che di ogni aria cattiva ed insalubre potesse giudicarsi coll'Eudiometro. Perchè esso ci dinota un vizio, cioè il difetto di respirabilità, che dipende, come si è veduto, da una troppo scarsa proporzione di aria deflogisticata, verrem noi forse in cognizione d'ogni e qualunque vizio del misto aereo? Forse che non può contrarne altri? Od è quel solo che rende l'aria malsana, e morbosa? Credo che il contrario si possa facilmente dimostrare.

E primieramente chi ci assicura, che, purchè la dose di aria deflogisticata sia la medesima, rimanga affatto indifferente in quale specie di moffetta si trovi diffusa? Più dei tre quarti dell'atmosfera sono appunto di aria mofetica, di un'aria però di cui siam ben lungi di conoscere la vera natura: di essa altro non sappiamo, se non che non serve nè alla combustione, nè alla respirazione, non fa effervescenza coll'aria nitrosa, nè punto si diminuisce per alcun processo flogisticante. Quest'aria, per essere l'avanzo di un'aria prima respirabile, poi viziata e diminuita da un processo flogistico, ed ancora perchè non ricevendo essa flogisto si ha fondamento di riguardarla come già ricca a dovizia e satura di questo principio, la chiamiamo semplicemente *aria flogisticata* (v. *Aria flogisticata*), distinguendola così da altre arie mofetiche, come sono l'*aria fissa*, le arie *infiammabili*, la *nitrosa*, l'*alcalina*, l'*epatica* ec., che similmente non atte a ricevere le emanazioni flogistiche nè dalla combustione, nè dalla respirazione, la soffocano a un tratto; ma che oltrecciò hanno ciascheduna altre proprietà peculiari, e caratteristiche, che la contrassegnano, sì che ci è facile di distribuirle in altrettante specie. Or conoscendosi così poco quella così detta *aria flogisticata*, ch'altri han chiamato non male *Moffetta dell'atmosfera*, conoscendosi piuttosto le sue qualità negative, che le positive, cosa sappiam noi, che non possa essere, rimanendo pur sempre irrespirabile, soggetta a mutazioni d'altro genere? Chi ci assicura, che sia sempre di una specie? E se non lo è; se han luogo tali mutazioni di qualunque natura esse sieno, è egli possibile, che trattandosi di un fluido che ne circonda, e che in sì grande quantità inspiriamo continuamente, non se ne risenta in alcun modo l'economia animale, comunque la dose di vera aria respirabile, che vi si trova mista, non sia nè più abbondante, nè più scarsa dell'ordinario?

Se una misura di cotest'aria, cioè di schietta deflogisticata si mescoli

Digitized by Google

a tre misure e un poco più di aria fissa, o di qualunque siasi specie di aria infiammabile, la respirabilità di questo composto riuscirà eguale a quella dell'aria atmosferica comune, la quale similmente in tre parti e più di aria flogisticata, una sola ne contiene di pura deflogisticata; impiegando i processi flogisticanti avrete la stessa diminuzione nel volume dell'aria; eguali gradi vi segnerà l'Eudiometro (*a*); e un animale vivrà per avventura un uguale spazio di tempo confinato in un vaso di una data capacità ripieno, sia d'aria comune, sia dell'uno, o dell'altro di quei miscugli di arie diverse: ci vivrà cioè finchè abbia consumato respirando tutta o quasi tutta la porzione d'aria deflogisticata contenutavi. Malgrado questo, malgrado il testimonio dell'Eudiometro, che non dinota alcuna differenza tra queste diverse miscele di arie, purchè la dose della deflogisticata sia eguale in tutte, non posso indurmi a credere, che riesca indifferente al ben essere dell'animale, qualunque sia la natura dell'aria mofetica, in cui quella poca pura, e respirabile è diluta, qualunque sia il veicolo con cui essa è portata ai polmoni, qualunque sia infine la costituzione di quel fluido elastico aeriforme, che formando la massima parte dell'ambiente, non può non affettare tutto l'abito del corpo, che vi si trova immerso. Nè l'esperienza or ora addotta dell'animale, che vive presso a poco eguale spazio di tempo tanto in uno, quanto in un altro miscuglio d'aria, sol che la deflogisticata vi si trovi in egual dose, prova il contrario, giacchè ivi lo vediamo venir meno unicamente per difetto del *pabulum vitae*, ch'ei va mano mano consumando col respirare, lo vediamo in una parola morir soffocato, ma non possiamo sapere, se altri malori non gli cagionerebbero a lungo andare o l'aria fissa, o le infiammabili di diversa specie, ove continuasse il medesimo animale a respirarle, comechè provvedute andassero di tanta aria deflogisticata, di quanta va provveduta l'aria comune atmosferica, mantenendosi per conseguenza egualmente respirabili che questa: non sappiam, dico, se altri malori non verrebbe a soffrirne l'animale, e quali. Certo è che i vegetabili in simili arie non vivono egualmente bene. Il salcio p. e. cresce e prospera mirabilmente in un'aria, di cui buona parte sia aria infiammabile, e fin nell'infiammabile pura, PRIESTLEY *Op. cit. Vol.* V. All'incontro nell'aria fissa anche non pura, se non è molto diluta, muojono tutte le piante. Or se quest'aria, altronde così propizia alla vegetazione, quand'è in picciola dose, divien fatale applicata in maggior copia, a motivo, che stimola troppo, come ha benissimo provato il Sig. SENEBIER *Op. cit.*, si può ben credere, che agisca anche sulle fibre animali irritando, e interessi in bene o in male l'economia animale. E come dubitarne, se l'effetto sugli organi è sensibile, mentre eccita

(*a*) Volendosi assaggiare il miscuglio, in cui entra l'aria fissa, siccome questa viene facilmente assorbita dall'acqua; così per determinare con giustezza la diminuzione d'aria cagionata dal processo flogistico, andrebber fatte le sperienze nell'apparato a mercurio.

Digitized by Google

tosse e pizzicore nelle fauci, e negli occhi? Altronde sappiamo pure, che è facilmente assorbita non men che dall'acqua dagli umori animali; che gode di una virtù antisettica ec. (v. *Aria fissa*).

Ecco dunque un fluido elastico, che comunque vada di pari quanto all'irrespirabilità coll'aria flogisticata, comunque possa formare con una competente dose di aria deflogisticata un misto egualmente respirabile che quello dell'aria comune atmosferica, non può per altra parte non affettare diversamente il sistema animale. Riguardo alle arie infiammabili vero è, che non sono nè più assorbibili dall'acqua, e dagli altri umori che l'aria flogisticata, nè più di questa sembrano essere dotate di qualità [1] stimolante; ad ogni modo l'odore particolare, e più o meno spiacevole, che le distingue, per nulla dire della loro prodigiosa leggerezza ed espansibilità, basta a farci congetturare che l'influenza delle medesime sull'economia animale (indipendentemente dall'irrespirabilità, che hanno comune) non debb'essere la stessa, che quella dell'aria flogisticata. La qual congettura fassi vieppiù forte, dacchè si è scoperta l'influenza particolare, che tali arie infiammabili hanno sulla vegetazione. Non parlo delle altre arie mofetiche che conosciamo, delle acide cioè, dell'alcalina, dell'epatica, le quali è troppo facile comprendere, che, sebbene mescolandole con un quarto circa di aria deflogisticata, sosterrebbero la fiamma, e alla prova dell'Eudiometro (ben inteso che si escludesse il contatto dell'acqua, la quale assorbe prestamente quelle arie) si mostrerebbero tanto respirabili, quanto l'aria comune; non potrebbero però respirarsi innocuamente da un animale, singolarmente le acide.

Con tutto il fin qui detto non vogliamo insinuare, che l'aria mofetica dell'atmosfera, la quale unita ad una competente dose di aria deflogisticata forma un misto discretamente respirabile, possa mai essere nè in tutto, nè in parte considerabile, aria di nessuna delle mentovate specie. No; non è aria fissa, non è aria infiammabile, molto meno aria acida, alcalina od epatica; nè un composto di alcuna di queste quel che forma la *moffetta dell'atmosfera*. Tutt'al più vi si può trovare un poco delle prime due, di cui una gran copia svolgendosi sempre da un'infinità di corpi, che si scompongono (v. *Aria fissa*, *Aria infiammabile*), può avvenire, che nè l'una, cioè l'aria fissa sia tosto assorbita intieramente dall'acqua e dai vapori, nè l'altra, cioè l'infiammabile, tutta disfatta dall'aria pura (*a*). E quando in realtà tali arie vi si trovino

---

[1] *In Macq. Diz. Chim. trovasi, certamente per un errore di stampa, la parola*: « *quantità* ». [*Nota della Comm.*].

(*a*) Il Sig. PRIESTLEY ha provato con molte sperienze, che quando l'aria infiammabile nell'atto di prodursi, o com'ei dice, nel suo stato nascente, viene ad unirsi a molta aria respirabile, si decompone quella, e perde intieramente la sua forma aerea, mentre questa ricevendone il flogisto si diminuisce al solito, *Op. cit. Vol.* V. Il Sig. SENEBIER *Op. cit. Vol.* IV. ha fatto vedere dippiù, che l'aria infiammabile già bella e formata, e che sussiste in forma d'aria,

Digitized by Google

miste, dovranno certamente influire, secondo la loro qualità, e quantità, sopra i viventi, non meno, che sopra i vegetabili. Quello, che abbiam voluto dimostrare, e far sentire cogli allegati esempi, si è, che indipendentemente dalla dose di aria deflogisticata non è, nè può essere indifferente per l'economia animale, qualunque sia la specie di aria mofetica, in cui quell'altra pura si trova diffusa e stemperata.

Or nel composto [1] dell'aria atmosferica, in cui, come si è detto tante volte, la vera aria respirabile, cioè la deflogisticata, vi è in sì piccola proporzione, che corrisponde a un quarto scarso, sappiamo noi bene di qual natura e indole sia tutto il resto? Sappiamo che è mofetico, cioè affatto irrespirabile che non può diminuirsi punto per gli ordinarj processi flogistici; che per altro non è nè acido, nè alcalino; che non è aria infiammabile, come tante altre fattizie; che non si assorbe dall'acqua, nè si combina colla calce, cogli alcali, e colle terre metalliche come l'aria fissa; che non fa effervescenza coll'aria nitrosa; ma ignoriamo se di tal'indole, cioè con tali proprietà negative si dia un solo, o più fluidi elastici aeriformi. Il nome di *aria flogisticata*, con cui, come si è detto, si distingue dalle altre arie mofetiche, le quali meglio, e più positivamente conosciamo, e che sembra convenirgli per altri riguardi, potrebbe dinotare un genere, sotto il quale vengono diverse spezie; come sotto il genere di arie acide vengono le arie acido-vitriolica, muriatica, spatica, e la fissa medesima; e sotto il genere di arie infiammabili, l'infiammabile metallica, l'oleosa, ec. E che vi abbia infatti più d'una specie di aria flogisticata, lo rende vieppiù credibile il vedere, che delle arie diversissime, come l'aria fissa, l'aria nitrosa, ed anche l'infiammabile, vengono per certi processi ad alterarsi in guisa, che deposte le loro proprietà caratteristiche, assumono quelle di aria flogisticata, non distinguendosi più nè dall'aria flogisticata comune, nè tra di loro. Supposto dunque, che vi siano più specie di fluidi aeriformi, ed entrino a formar la Moffetta dell'atmosfera, quali noi confondiamo in uno col nome di aria flogisticata, per mancanza di contrassegni, onde distinguerli; o che seppure ve ne ha una specie sola, questa vada soggetta a molte

finchè sola, mescolata con aria respirabile viene a poco a poco a scomporsi, rilasciando il suo flogisto ec., a quel modo che si scompone l'aria nitrosa, senza però sensibile effervescenza e calore, e molto più lentamente. Ed ecco perchè malgrado la copia d'aria infiammabile, che s'alza di continuo tanto dai fondi limacciosi, quanto col fumo non acceso de' combustibili ec. (v. *Aria infiammabile*), pure eccettuati alcuni ricettacoli sotterranei, come miniere, pozzi, chiaviche, sepolcri, e alcuni terreni e fontane, da cui tale aria scaturisce a pieni gorghi, in nessun altro luogo all'aperto se ne trovi di mista all'aria atmosferica, o almeno non quella quantità, che si crederebbe doversi incontrare ne' siti e. g. molto paludosi. Quanto all'aria fissa, tranne similmente alcune grotte e cave sotterranee, alcune fonti e terreni, da cui sgorga a torrenti, è pur raro rarissimo di trovarne di *innatante in forma d'aria* nell'atmosfera, almeno in quantità notabile, essendo bentosto assorbita e disciolta nell'acqua e nei vapori (v. *Aria fissa*).

[1] *Qui termina Cart. Volt. G* 28. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

mutazioni e vicende, chi potrà sostenere, che non debbano influire per nulla sull'economia animale, sulla vegetazione ec.? Ma se di niuna di tali cose giudica l'Eudiometro, unico officio del quale è di determinare con esatta misura le quantità relative di aria deflogisticata ne' varj misti aerei, cominceremo a dubitare fortemente, che un tale stromento possa decidere d'ogni salubrità ed insalubrità dell'aria. Ma dalle congetture passiamo ad osservazioni più certe, che fanno vedere, e toccar con mano quanto poco gli convenga tale prerogativa.

Oltre quello, che riguarda l'aria, come aria, ossia la natura di quella moffetta, o fluido elastico irrespirabile, in cui si trova diffusa la competente proporzione dell'altro puro respirabile, voglionsi considerare le tante materie estranee, che non son aria, ma nuotano nell'aria, altre in forma di molecole staccate, e galleggianti, altre disciolte semplicemente in essa, come sali nell'acqua, altre similmente disciolte, ma in forma di vapore elastico, sì però che non godono di una elasticità permanente, nè hanno acquistato vero abito aereo (v. *Vapore*). La grande copia, e stupenda varietà di queste eterogenee particole sparse nel grande Oceano dell'aria, è egli possibile, che non influisca sommamente sulla di lei salubrità? Chi è, che non comprenda come possan rendere l'aria malsana, non intaccando in nulla la sua respirabilità, esalazioni di vario genere (di cui non poche si conoscono più o meno perniciose, e venefiche, quelle e. g. di alcune miniere), l'alcali volatile, ed altri effluvj odorosi, che tanto possono sul genere nervoso? Chi non vede, assiem cogli aliti putridi concorrer forse a render l'aria morbosa un numero prodigioso di quegl'insetti, che la popolano, i loro cadaveri, e parti escrementizie, i semi, e le polveri volanti di certe piante ec.? Che direm poi di certi così chiamati *miasmi*, che non ben si conoscono, è vero, ma che si possono in certo modo riguardare come semi, o germi di morbi specifici, onde le endemie ed epidemie ec.

Non per questo creder si dee, che tutte le esalazioni, di cui l'aria può impregnarsi, sian nocive; ve ne hanno altresì di salubri: tali da gran tempo si riconoscono quelle, che emanano da certe terre sulfuree fertilissime, e comunemente dai campi rotti e smossi di fresco dall'aratro; tali crediam che fossero quelle, che formarono in gran parte le nebbie singolari, che dominarono nella corrente estate tra noi, e in molte altre provincie d'Europa; nebbie appunto composte più di esalazioni secche, che di vapori acquei, nebbie nulla punto nocive nè ai vegetabili, nè agli animali, e che son comparse anzi più salubri, che insalubri (*a*).

(*a*) Durante tutto il mese di Luglio e parte d'Agosto, in cui eravamo involti in queste nebbie, furono comunemente in minor numero le malattie solite regnare a questa stagione, le intermittenti, le disenterie ec. Abbiam veduto rallentarsi finanche l'influenza di una febbre putrida, che avea dominato in Primavera singolarmente nell'Oltrepò, e nel Monferrato. Da Mantova, ove l'aria è cattiva d'estate, scrivevano: *non vi è mai stato anno più abbondante di frutti, e più scarso di malattie del presente*: lo stesso si è sentito da altre parti.

Digitized by Google

Nè piccola considerazione merita l'aria fissa, la quale quanto è difficile, come abbiam fatto osservare, che s'incontri in notabile quantità innatante entro all'atmosfera, in forma d'aria, altrettanto è facile che vi si trovi disciolta nei vapori acquei. Or siccome nell'acqua impregnata di tal'aria, riconoscono i medici diverse virtù, è troppo naturale, che il ritrovarsi come in un bagno di tali vapori aereati, e l'inspirarli assieme all'aria comune, operi pur qualche cosa sulla salute, e, secondo che lice presumere, piuttosto in bene che in male. Del resto è inutile il dire, che intendo di chiamar salubri, od insalubri quelle arie, e quelle esalazioni, che producono salutevoli effetti, o perniciosi sopra il maggior numero delle persone, checchè ne sia di alcuni casi particolari, in cui il contrario succeda. Ognuno sa quanto il temperamento, ed altre interne ed esterne disposizioni influiscano sul bene o il male, che uno può aspettarsi siccome dalle altre così dall'aria, che è una delle *sei cose non naturali* così dette dai Medici.

Non abbiamo ancora parlato delle alterazioni dell'aria rapporto alle sue qualità meccaniche, di peso ed elasticità, di caldo e freddo, d'umido e secco, qualità tutte, che non possono non aver grande influenza sulla salute dei viventi, come l'hanno sulla vegetazione. Or nessuna di queste qualità dell'aria segnataci da altri particolari stromenti, che sono il *Barometro*, il *Termometro*, e l'*Igrometro*, è capace l'*Eudiometro* di notare, come neppure alcune delle altre sopra indicate alterazioni per impregnamento di sostanze eterogenee. Come potrà dunque questo sì decantato stromento giudicare se l'aria sia buona o cattiva? Giudichi esso pure dei gradi di respirabilità, noti e misuri il vizio di flogisticamento, ossia la scarsezza d'aria deflogisticata; ha fatto poco ancora, se cotal vizio non è il solo, che render possa l'aria malsana, come certamente non lo è.

Ma io vado più innanzi, e sostengo, che non è neppure quello, che vi abbia la maggior influenza *nell'ordinaria costituzione dell'atmosfera.* Fate la prova coll'Eudiometro sopra l'aria malissimo sana in vicinanza di grandi marassi, e di vaste paludi, e sopra l'aria saluberrima di un bel sito montuoso; poca o nessuna differenza vi scorgerete; eppure la prima è pessima, rispetto alla seconda, testimonio le febbri intermittenti, le ostruzioni, e altri morbi, che si guadagnano da chi abita que' luoghi infesti, e fino da chi vi dorme sol poche ore d'estate, massime all'aperto. Coll'istesso Eudiometro fate ora saggio dell'aria di una stanza chiusa, ove sono congregate più persone, dove ardon fuochi, o fumano vivande (*a*), dell'aria di un teatro affollato, di una stufa non ventilata, i gradi di vizio marcati dal detto stromento saranno maggiori, e forse vi spaventeranno: scacciate però ogni timore ed apprensione;

(*a*) Il Sig. PRIESTLEY ha trovato, che più che in altre stanze chiuse, si scema la respirabilità dell'aria in quelle, in cui si siede a pranzo, *Op. cit. Vol.* V.

Digitized by Google

la sperienza prova, che il dormire anche le molte ore, e le molte notti in quell'aria cotanto dannata dall'Eudiometro, non suol cagionare quelle febbri, ed altri conosciuti malori, cui l'altr'aria de' siti paludosi a giudizio dello stesso Eudiometro men cattiva, ingenera ed alimenta. Che più? Dormendo in una stanza a finestre aperte, tutti sanno, che si corre molto maggior pericolo di contrarre simili malattie, e che anzi il rischio è inevitabile ne' siti infami per aria cattiva; laddove tenendosi ben chiusi si possono scansare. Eppure si respira aria più flogisticata, cioè più povera di aria pura vitale, in questo secondo caso, che nel primo, come infatti l'Eudiometro dinota peggiore l'aria della stanza chiusa, che la libera o quella della stanza ventilata.

Or chi più spererà col solo Eudiometro rinvenire i luoghi d'aria migliore per piantarvi le abitazioni; di poter presagire col giudizio di quello morbi, epidemie, pestilenze, com'è venuto in testa a persone, cui l'ardore di correr dietro ad alcune apparenze, e una specie di fanatismo ha portato ad esagerare cotanto i vantaggi di un tale stromento?

L'esperienza ci fa vedere, e toccare con mano, che il di lui criterio per conoscere la salubrità, od insalubrità dell'aria è insufficiente e malsicuro; e che conviene ben distinguere il vizio particolare per difetto di respirabilità, che esso ci dinota unicamente, da tanti altri vizj, che la rendono *insalubre*, e *morbosa*, altronde e da più fonti provenienti.

Non vuol però quindi inferirsi, che cotesto vizio di poca respirabilità dovuto alla scarsa dose di aria deflogisticata, sia una qualità non molto rea: anzi è la peggiore di tutte, la più fatale, ove giunga al sommo, stante che non si può respirare neppur pochi secondi una tal aria impunemente. Ma ove non giunga il vizio a tal segno, e soffra di esser respirata ancora, comunque a stento, prova non abbiamo che si tiri dietro i malori, che le arie propriamente cattive e morbose fanno nascere. Che uno cada in asfissia per trovarsi immerso in una moffetta, se di là si tragge in tempo, ristabilita in breve la funzione del respirare, non ha da aspettarsi nè febbre terzana, nè altra di quelle malattie, che si riconoscono per malattie d'aria cattiva; non ha più nulla a temere.

Del rimanente il vizio flogistico, cioè il difetto nella dose del puro elemento respirabile, e vitale, che avviene di scoprire nelle arie, che han fama di più mal sane, non è mai tanto (tranne l'aria di alcune grotte, cisterne, sepolcri ec. le arie, che diconsi *Moffette*, di cui ora non parliamo), che cagionar possa affanno a respirarle, che faccia che un lume si estingua, o che arda sensibilmente più languido; dirò di più, che tale vizio non s'incontra sempre in siffatte arie, infette, e quando pure vi s'incontra, è sì piccolo anche alla prova dell'Eudiometro, che poco, o niun conto se ne può fare. Il Sig. VOLTA ha esaminate tante arie di diversissimi paesi, e situazioni, or raccolte nel centro di vaste, e fetenti paludi, or in pianure asciutte, e ben coltivate, or in cima a' monti; di ogni stagione, e di ogni tempo; a ciel sereno, nebbioso, piovoso;

Digitized by Google

ora spirando fredda, e viva tramontana, or affannoso scilocco; avanti e dopo orridi temporali, e dirottissime pioggie: e tutte le differenze, che ha potuto osservare coll'esattissimo suo Eudiometro ad aria infiammabile, sono comprese tra i 59. e i 62. gradi di diminuzione nel volume totale, mettendo una misura eguale a 100. di aria respirabile, ed una d'infiammabile metallica, anch'essa eguale a 100. In vero non si sa intendere, come le differenze per parte della respirabilità siano così piccole in arie cotanto diverse; come la Natura temperi così bene le cose, che da per tutto, e sempre nella libera atmosfera abbia a trovarsi l'ordinaria dose di aria pura elementare con pochissima varietà. Siccome però l'influenza in bene o in male sull'umana salute delle mentovate arie diverse è molto notabile, avendovene di quelle, che una lunga sperienza ci han fatto riconoscere per saluberrime, ed altre all'opposto per malissimo sane, infette, e morbose; quindi s'inferisce, che d'altra fonte ciò provenga, che dalla maggiore, o minor dose di aria deflogisticata; che la scarsezza di questa, o sia vizio flogistico non è da considerarsi neppure come il vizio principale delle arie propriamente cattive; che se pur vi concorre, vi concorre per ben poco.

Dico *se pur vi concorre*, perchè non si vede, che quelle arie, che si trovano coll'Eudiometro di due, o tre gradi meno respirabili (che è, come si è detto, la maggior differenza, che abbia trovato il Sig. VOLTA in arie prese all'aperto), siano per lo più arie malsane: certo non vorrà dirsi, che sia più malsana l'aria delle altissime montagne, che quella de' piani paludosi, nè il vento di tramontana, che il scilocco; eppure tale è sovente il giudizio dell'Eudiometro. Or andiamo a fidarci di lui, quando si tratta di conoscere non semplicemente i gradi di respirabilità, ma la vera salubrità ed insalubrità dell'aria!

Per piccole, che siano le differenze, che s'incontrano nell'aria di diversi luoghi e tempi, rapporto alla sua respirabilità; per poco che influisca il piccol vizio di tal natura a renderla propriamente insalubre, e morbosa, sarà non pertanto il Lettore curioso di sapere più in particolare quali arie si son trovate il più, e quali il meno respirabili. Noi non conosciamo alcuna serie di sperienze eudiometriche istituite coll'esattezza, assiduità, ed estensione, che si richiederebbe (*a*): attenendoci però principalmente a diverse, fatte sino ad ora dal Sig. VOLTA, i cui risultati si compiace di comunicarci, troviamo, che l'inferiore a tutte per respirabilità è l'aria appunto presa alla cima di altissime, e nude montagne. Lo stesso ha trovato anche il Sig. DI SAUSSURE *Voyage dans les Alpes*, e lo vorrebbe attribuire a dell'aria infiammabile portata in così alto dalla sua leggierezza; ma il prelodato Sig. VOLTA non avendo potuto

(*a*) Ci viene a notizia che un accademico di Gottinga, il Sig. LICHTENBERG, abbia atteso un anno intiero alle Sperienze eudiometriche, e che ne abbia pubblicato, o sia per pubblicarne il Giornale.

Digitized by Google

scoprirvi alcuna quantità notabile di cotest'aria, come abbiam fatto osservare altrove, è assai più verisimile, che trovisi a quelle altissime regioni d'un poco più scarsa la dose di aria deflogisticata a cagione della lontananza de' vegetabili, che la forniscono; e per esser questa dell'altr'aria flogisticata, o *moffetta dell'atmosfera* alquanto più pesante, onde non giugne colassù a mescolarsene tanto, quanto al basso, ed alle altezze mediocri.

Dopo l'aria delle cime alpine viene quella, che si raccoglie sia in altre più basse montagne, sia al piano, e in qualunque luogo (parlo della nostra Lombardia) al tempo, che spira forte tramontana, e poco dopo, essendo pure il Cielo serenissimo: cotest'aria si trova generalmente di qualche grado meno respirabile, che in altri tempi, nè è meraviglia, essendo che viene dalle Alpi.

Quanto alle altre costituzioni di tempo, sian nebbie, pioggie, temporali, o bel sereno, nulla o ben poco appare che influiscano a render l'aria più o meno respirabile, sì che niente crede di poter darci ancora per accertato il Sig. VOLTA. Il Sig. INGEN-HOUSZ però con varie sperienze eudiometriche da lui fatte in Olanda, assicura aver trovata la respirabilità dell'aria di alcuni gradi minore ne' giorni, in cui il tempo era più cattivo, le nebbie folte, e che la gente si lagnava di pesantezza.

Ma queste osservazioni non sono ancora in numero sufficiente per istabilire qualche cosa di certo: esse han bisogno d'essere confermate ed estese molto più; altronde non abbiamo tanta fiducia nell'Eudiometro ad aria nitrosa, di cui si è servito il Fisico Olandese, che è quell'ultimo dell'Ab. FONTANA, di cui abbiam parlato a principio di quest'articolo, come in quello ad aria infiammabile del nostro Sig. VOLTA, che è più sensibile e molto men soggetto ad errore.

L'istesso Sig. INGEN-HOUSZ ha trovato l'aria in alto mare notabilmente più respirabile, che l'aria di terra; la qual cosa non abbiamo difficoltà a credere, che sia, sapendo che le piante acquatiche forniscono abbondantemente aria deflogisticata, più assai delle terrestri; e che nell'istess'acqua annida di cotest'aria, che s'ottiene distillandola, com'è riuscito a PRIESTLEY, FONTANA e ad altri.

La stagione dell'anno anch'essa conferisce qualche cosa alla respirabilità dell'aria, la quale è parsa sempre al Sig. VOLTA di qualche grado migliore in Estate e nell'Autunno, che in Inverno e Primavera; lo stesso dicea aver osservato anche l'Ab. FONTANA; e questo è naturale, attesa la gran quantità d'aria deflogisticata fornita dalle foglie verdi per tutto il corso dell'estate, e che cessa d'inverno.

Quanto ai siti di aria veramente cattiva, e morbosa perchè attorniati da molte acque corrotte e fetenti, non consta ancora al Sig. VOLTA, che cotal aria sia neppur di un grado costantemente inferiore all'aria de' piani asciutti, e delle più belle e salubri colline. Dico *costantemente*, perchè non nega di avervi

Digitized by Google

trovato più d'una volta la differenza di uno, due, e fin tre gradi; ma talvolta ancora non vi ha trovata alcuna notabile differenza col suo esattissimo Eudiometro, facendo il saggio di quell'aria paludosa anche ne' mesi, in cui si sa essere più perniciosa alla salute.

Si è veduto quanto poco si possa raccogliere di accertato dalle sperienze eudiometriche, che sono ancora in troppo scarso numero. Quello, che par sicuro, è che le differenze riguardo alla respirabilità di quante arie si possono prendere all'aperto, sono picciolissime, molto minori di quello si sarebbe aspettato; e che nulla o ben poco sembrano aver che fare colla salubrità, od insalubrità dell'aria, la quale per conseguenza dee dipendere da altre cagioni, trovandosene mille, che possono e devono influirvi.

Riguardo alle arie de' luoghi chiusi, il diffetto di respirabilità è qualche cosa più notabile: la differenza non si limita tra i 62. e i 59. gradi, che è la massima incontrata dal Sig. VOLTA nelle arie de' luoghi aperti, ma discende più oltre assai. Se escludiamo però i luoghi, ove v'è vera moffetta, come alcune cave sotterranee, alcune cisterne, o sepolcri, qualche camera chiusa, ove arda del carbone, ec., l'aria delle altre stanze, in cui dormono, mangiano, o conversan molti, ove arde legna sul camino, quella de' teatri e de' ridotti affollati, rare volte ha una respirabilità, che sia minore di 54. o 58. gradi, nè mai il Sig. VOLTA l'ha trovata sotto i 55. Differisce dunque ancora poco dalla respirabilità ordinaria. Del resto una tal aria comunque dannata dall'Eudiometro più dell'aria di qualunque marcia palude, non sappiamo (giova ripeterlo un'altra volta), che cagioni le febbri terzane ed altre malattie, che purtroppo un'infelice esperienza c'insegna prodursi da quest'ultima, perciò giustamente tenuta per aria cattiva e morbosa.

Esser potrebbe però, che malori d'altra specie traessero la loro origine non conosciuta dal respirar frequente e a lungo aria flogisticata, sebben leggermente, cioè a dire alquanto povera di aria pura deflogisticata. Tali malori se indi procedessero, osservar si dovrebbero frequenti in chi passa l'ordinaria vita entro a stanze, e carrozze chiuse, ne' teatri e sale frequentate, in chi dorme in camere troppo piccole, o chiuso dalle cortine, ne' dormitorj de' collegi ec. Di vero i languori, la pallidezza, le convulsioni, gli sfinimenti, tutta la fastidiosa caterva de' morbi ipocondriaci, delle affezioni nervose, travagliano singolarmente le persone, che schivano di vivere all'aperto, e condannano sè stesse a respirare aria poco rinnovellata (a questo proposito merita sopra tutte d'esser letta l'eccellente opera del Sig. TISSOT *sulle malattie delle persone del gran Mondo*), le persone del Sesso, che a tal clausura sono condannate da una mal intesa educazione, o da soverchia delicatezza. Ma ciò non basta ancora, perchè attribuir si possano con sicurezza questi malori al respirar che fanno aria alquanto flogisticata; dappoichè altre cagioni più sensibili e materiali, la vita sedentaria e molle, il regime, le passioni ec. TISSOT *Op. cit.*

Digitized by Google

si riconoscono per cagioni più prossime di quelle infermità. L'aria stessa chiusa può, e dee necessariamente nuocere indipendentemente dal vizio flogistico, perchè resa umida, calda, e rilasciante, *Op. cit.* Per accagionarne adunque il flogisticamento dell'aria, ossia il diffetto nella dose della pura deflogisticata, per apprezziare al giusto l'influsso, che cotal vizio flogistico vi ha, si ricercano ancora osservazioni varie e lunghissime a questa mira dirette.

Intanto non è poco per noi l'esser venuti in cognizione di un vizio solenne, a cui l'aria va soggetta, di cui prima poco si tenea conto, e troppo imperfetta cognizione si avea; parlo del vizio d'impoverimento di aria deflogisticata, la sola aria propriamente respirabile. E certo sarà sempre uno stromento prezioso l'Eudiometro, con cui veniamo a misurare puntualmente i gradi di questo vizio, che certo è vizio anch'esso *d'insalubrità*, più o meno che lo sia, e in qualunque modo possa col tempo manifestarsi negli effetti suoi sulla umana salute.

Digitized by Google

APPENDICE

Ann. Univ. Agr. T. XV, pg. 34 [1].

Amico Caris.° e Stimatiss.°

Como, 30. *Agosto* 1775.

Non posso in alcun conto convenire che lo stesso sia *irrespirabilità* e *insalubrità* dell'aria; nè che perciò l'eudiometro sia giudice fedele sì dell'una che dell'altra. Torno a richiamarvi all'esperienza delle arie paludose. Sia pure il vizio di queste rispetto all'aria delle aperte colline grande al segno di darvi la differenza nell'eudiometro di 10/24, non sarà mai tanto quanto il vizio dell'aria de' stessi luoghi in stanza chiusa ov'ardan lumi, e più persone respirino; eppure quest'aria chiusa, decisa peggiore dall'eudiometro, è in realtà assai meno insalubre dell'aperta, in cui non puossi arrischiar di dormire senza gran pericolo di contrarre una febbre. Torno a dire dormirete impunemente nell'affollatissimo ridotto, di cui l'aria è sì dannata dal vostro stromento, che non lo fareste probabilmente senza pagarne il fio all'aperto d'una risaja, della campagna di Roma, e senza andar tanto lungi dalle spiaggie di Colico vicine al nostro lago, della riva di Chiavenna, ecc. ne' quali siti, benchè non ne abbia fatto la prova, ardisco predire che l'aria non sarà trovata dall'eudiometro tanto guasta quanto quella de' sepolcri.

Per eludere in qualche maniera quest'istanza delle febbri e malattie che si dicon propriamente d'aria cattiva, voi ricorrete forse ad altri elementi, cioè all'acqua che vi si beve al genere di vita inattiva e torpida di quegli abitanti, all'umido, che accresce la floscezza delle fibre, ecc. Ma ditemi come mai un passeggero per il solo dormirvi alcune ore ne è invaso da quella febbre

[1] *Si pubblica questa lettera, del* 1775, *in relazione alla citazione che appare a pg.* 64, *di questo Volume, e che riguarda ricerche che il Landriani aveva compiute in quello stesso anno.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

che diciamo d'aria cattiva? Io vi so dire che alla riva di Chiavenna ne' mesi di luglio e d'agosto due ore di sonno generano in chichessia o tosto, o a capo di pochi dì una febbre, e appena si trova chi ne vada esente, se ha mai l'imprudenza di cedere al lusinghiero e quasi irresistibile invito di dormire in quelle spiaggie malaugurate. L'aria dunque indipendentemente dalle altre cose *non naturali* si vuol accagionare di questa morbosità; ma pur quell'aria, il ripeto, non si troverà la più infelice alla prova dell'eudiometro. Dunque altri elementi non segnabili da quest'istrumento concorrono a render l'aria *malsana*.

Questo riguardo alle arie morbose. Le osservazioni poi portate direttamente sopra le arie viziate per conto della respirabilità provano anch'esse chiaramente, che poco o nulla han di comune cotesta respirabilità, e la salubrità propriamente detta, siccome diverse sono le affezioni onde si manifestano ne' corpi nostri. L'aria resa men respirabile, o priva all'istante di vita l'animale, o lo getta in convulsioni, o lo affanna tostochè vi è immerso; ma se questi ha la sorte di scamparne col respirar aria novella, col ristabilirsi il meccanismo de' polmoni, presto si rimette in vigore e sanità: nè sappiamo finora che alcuna malattia si tiri dietro il mal sofferto da quell'aria micidiale, molto meno sapremmo assegnarla. Io ho più volte respirata per alcuni minuti, e replicatamente l'aria d'un pistone, fino a sentirne grandissimo affanno. Ella pure l'avrà più volte fatto; e ultimamente, come mi dice, non dimorò per qualche tempo nell'aria corrotta dall'ardervi carboni? Pur voglio sperare, che andremo esenti da quelle febbri, che conosciamo generarsi tuttodì dall'arie cattive, e ch'io voglio chiamare *morbose* ad esclusione dell'altre alla respirazione infeste. Ma s'io o voi, caro Don MARSILIO, ci trovassimo mai a dover soggiornare tralle paludi, sebben respirassimo senza affanno, dippiù col nostro eudiometro in mano, che di quell'aria non giudicasse sì male, come di quella del teatro, ci terremmo noi sicuri di non aver alle spalle una terzana, od una quartana insolente? Ed ecco come di quest'arie morbose presagiamo veramente malattie, e tanto le conosciam prodotte da quelle, che ne assegnamo fino la qualità.

Io dunque dicea dietro queste considerazioni, che non sappiam, finora assegnare alcuna vera malattia, che generata venga dalle arie corrotte soltanto per conto della respirabilità, ossia per il flogisticamento e le arie fisse o alcaline, che sono i vizj unicamente indicati dall'eudiometro. Per altro io non volea inferire che diffatto niun influsso abbiano sullo stato di salute e di malattia de' corpi nostri. Aggiungeva anzi, che una lunga serie di esperienze eudiometriche potrà per avventura condurci a discoprire l'origine di alcune malattie da cotesti vizj dell'aria, che con esso stromento calcoliamo (queste malattie però sembra debban essere di diverso carattere delle già note sotto la classe di febbri d'aria cattiva ecc. giacchè l'influsso di queste abbiam ve-

Digitized by Google

duto, che non corrisponde alle gradazioni dell'eudiometro). In fatti è impossibile che l'economia animale non ne risenta dall'impedirsi dall'aria già carica di flogisto, e d'alcali volatile, l'emanazione di esso flogisto, e dell'effluvio putrido de' polmoni, e come voi dite ancora dalla pelle. E se in diversi stati l'aria si renda più o men buono conduttore del calore, come attendiamo che ci mostriate, abbiamo tra mano un gran principio, per intendere le alterarazioni che ne deggion risultare ne' corpi viventi, accendendovi lo sconcerto dell'insensibile perspirazione, che in molta parte dee dipendere da tutti questi cambiamenti. Tutto ciò io pur misi a conto nell'ultima mia [1] pronosticando bene delle esperienze eudiometriche prese in cotai punti di vista.

Ma devo pure rinculcare ciò che dissi prima e nell'antecedente foglio, e in questo, ch'egli è ben lungi, che i divisati elementi, cioè il flogisticamento, l'aria fissa, e l'aria alcalina, sieno i soli che possan rendere l'aria morbosa. Voi non ci vedete più altro che l'*umidità* quale confessate che influisce al render l'aria malsana tuttochè l'eudiometro non possa misurarla. Finalmente ci vorrebbe poco ad accompagnare un igrometro al doppio eudiometro di cui vi convien servirvi per la misura esatta di ciò che devesi al flogisto e all'aria fissa quando pure tolta questa dell'umidità non vi fosse più altra cagione d'insalubrità possibile nell'aria. Ma ahimè ve n'hanno pur troppo; e come non ve ne avrebbero? Gli odori per esempio non rendon l'aria offensiva? Eppur nemmen questi li segna l'eudiometro. Specifico gli odori, perchè il giudizio dei sensi, tuttochè da niun istromento misurabili, ce li discopre. Or siccome se fossimo privi dell'odorato, non avremmo mai sospettato che esistessero nuotanti nell'aria particole di tal natura; così quanti altri alteranti principj da noi neppur sospettati esisteranno, e annidarsi potranno nell'aria capaci di portare non ai sensi, ma all'animale economia alterazione, e guasto? Giudichiamolo non coi sensi, ma colla ragione; e non ci affrettiamo di decidere che niun altro principio domina ed influisce oltre quelli che ci sembra aver raggiunti. Non diciamo dunque più: *non vedo qual altro principio possa aver luogo:* cerchiamo anzi di sempre raggiungerne de' nuovi per approssimarci di più, senza però mai lusingarci di abbracciar la totalità. Cosa hanno fatto quelli che si credettero d'aver scoperto tutto nell'aria, quando ne compresero la gravità, elasticità, insomma le proprietà meccaniche, se non tagliare un gran vuoto alle ulteriori indagini? E non si credevan essi di poter spiegar tutto con quelle sole proprietà, riguardo al mantener l'aria la fiamma, e la vita animale ecc.? E non si appagarono i Fisici della teoria del fuoco di BOERHAAVE che null'altro richiedeano nell'aria che il peso e l'elasticità; e i fisiologi di quella della respirazione, che nul-

[1] *Vedasi la lettera del V. al Landriani, in data 26 agosto 1775, pubblicata nel N. CV del Volume sesto.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

l'altro richiedeano nell'aria che il peso e l'elasticità? Guardiamoci dunque il ripeto dall'escludere altri principj dalle opere della natura sol per amore di generalizzare i nostri. Massime poi quando l'esperienza ci avverte dell'insufficienza de' principj che teniam già conosciuti, come addiviene nel caso nostro, che i principj misurabili coll'eudiometro non danno la ragione di tante malattie conosciute per prodotti dell'aria morbosa; molto meno di tante altre o contagiose o pestilenziali; per cui siam condotti ad ammettere miasmi morbosi di differente natura ecc.

Perdonatemi, amico, questa nojosa tirata, in cui m'ha ingolfato un certo calor di idee corsemi in mente tumultuariamente, e il precipizio di scriver giù ciò che mi veniva. Veniamo ormai all'aria fissa. Già vi dissi, che ciò che voi avete dimostrato con esperienze decisive, io l'avea pure sospettato, e già cominciato a provare. Ecco ciò che ne scrissi al Dottor PRIESTLEY sotto li 24 maggio 1774 in un cattivo francese « Mes doutes concernent principale-« ment ce que vous avancez, que l'air fixe développé des terres calcaires par « le moyen de l'acide vitriolique, ne contient pas la moindre portion de cet « acide, qui se soit sublimé. Les autres difficultés rouleront presqu'entiere-« ment sur le principe, que vous semblez admettre un peu trop généralement, « sçavoir que tout air vicié est un air chargé de phlogistique, etc... Je dirai « un mot des experiences que j'ai déja entrepris. J'ai fait de l'air fixe, et de « l'air inflammable. Ayant procedé pour ces deux genres d'air avec l'acide « vitriolique, je voulus aussi essayer ce que m'offriroient les acides végé-« taux, le vinaigre, et le jus de citron; et je me suis procuré par le moyen de « l'un aussi bien que de l'autre l'air fixe, et l'air inflammable... ce dernier « en vérité en très-petite quantité. Il m'a paru que l'eau embibée d'air fixe « tire un peu à la saveur de l'acide même, qui a dissout la terre calcaire. Or « je me trompe, ou j'ai senti l'odeur et le goût bien décidé de vinaigre ou de « citron, selon que j'ai employé l'un ou l'autre. En employant l'acide vitriolique « l'eau avoit contracté un piquant bien différent, et son odeur particulière. « A vous dire vrai je ne voudrois pas des différences si marquées, si je dois ad-« mettre que l'air fixe n'emprunte point l'acide d'autrui; qu'il est par lui-« même une acide d'une nature particuliere etc.; et je crains que cela con-« firmera mes doutes. Une autre difference, que j'ai remarqué, c'est que l'air « fixe que je me procure avec le vinaigre n'est plus à beaucoup près si mi-« scible avec l'eau, que celle developpée par l'acide vitriolique ». Tali furono le mie prime sperienze e i dubbj circa l'acidità considerata dal dott. PRIESTLEY, e dott. BLACK, e BERGMAN, e da tutti quasi universalmente come appartenente essenzialmente all'aria fissa. Ma l'ab. FONTANA ha confermati poi questi sospetti, e messo in chiaro lume, come l'acido vitriolico od altro possa star combinato all'aria comune, e formar per tal combinazione quella appunto che diciam aria fissa: come quest'acido non l'abbandoni nemmen passando

Digitized by Google

attraverso l'acqua, e neppure incontrandosi coi sali alcalini per ragione della maggiore affinità che ha quest'acido coll'aria stessa ecc. Voi poi, Don MARSILIO stimatissimo, alle spiegazioni e deduzioni di FONTANA, che non erano finalmente che tali, avete aggiunte delle prove decisive di questa importante questione; ed io mi rallegrai di trovare nelle vostre ricerche oltre li saggi, ch'io pure avea fatti, dell'aria cavata cogli acidi vegetali, le belle e concludentissime prove dei diversi sali ottenuti col miscuglio delle diverse arie fisse coll'aria alcalina ecc. ecc.

Digitized by Google

Digitized by Google

CXX.

VAPORE

1784.

FONTI.

Stampate.	Manoscritte.
Macq. Diz. Chim. T. X, Pavia, 1784, pg. 97 (T. VIII, pg. 158).	Cart. Volt.: G fot. 20.

Osservazioni.

Titolo: da Macq. Diz. Chim. T. X (T. VIII).
Data: da Macq. Diz. Chim. T. X (T. VIII), Pavia, 1784.

Macq. Diz. Chim. T. X, pg. 97 (T. VIII, pg. 158): è l'articolo « *Vapore* », pubblicato nel T. X dell'edizione speciale, e nel T. VIII dell'edizione comune del Dizionario di Chimica del Macquer, tradotto dallo Scopoli. Per quanto riguarda le indicazioni di questo Dizionario di Chimica, vedansi le note di frontispizio che si trovano nel N. CXVIII di questo Volume, e nel N. CXVII del Volume sesto.

Dalla lettera G fot. 20, scritta dal V. al Magellan, in data 28 ottobre 1783 (e pubblicata nel N. CXV (A) del Volume sesto), risulta che il V. aveva fornito l'articolo « *Vapore* » allo Scopoli, il quale stava preparando la traduzione italiana del Dizionario di Chimica del Macquer.

Digitized by Google

Digitized by Google

Macq. Diz. Chim. T. X, pg. 97 (*T. VIII, pg.* 158)..

VAPORE.

« Si dà generalmente il nome di *vapori*, o d'*esalazioni* a quelle emanazioni « dei corpi, le quali per la loro estrema sottigliezza, o per qualche altra ragione « si sollevano, o si sostengono nell'aria. Queste particole rimangono così unite « con essa, finchè delle cagioni contrarie le obbligano a riunirsi tra loro, e a se- « pararsi dall'aria sotto forme più dense, e grossolane.

« Il nome di *esalazione* si adopera a disegnare piuttosto le emanazioni « dei corpi solidi; e quello di *vapore*, le altre dei fluidi. Questi due termini son « nondimeno alcune volte presi indifferentemente uno per l'altro; e quello di « vapore in un senso generale comprende ancora le esalazioni.

« Noi non conosciamo alcun corpo, che la natura, o l'arte non possa ri- « durre in vapori, e si distinguono questi differenti vapori col nome de' corpi, « da cui emanano, o piuttosto di quelli, che devono risultare dalla loro conden- « sazione. Così diciamo *vapori acidi, alcalini, spiritosi ec.* Io non mi occuperò « in questo assaggio, che de' vapori acquosi; ma i principj, che stabilirò, po- « tranno facilmente applicarsi a tutti gli altri generi.

« L'*evaporazione* o la riduzione di un corpo in vapori, è da gran tempo « l'oggetto dello studio de' Fisici, ed essi hanno immaginato diversi sistemi per « renderne ragione. Ma siccome nessuno di questi sistemi spiega tutti i fenomeni, « così il problema non sembra ancora pienamente risolto.

« Non è già, che tutte le cagioni dell'evaporazione non siano ben cono- « sciute; ma egli è, che non si è ancora saputo distinguere i diversi fenomeni, « per applicare a ciascun d'essi la cagione, che gli appartiene. Ciascun Fisico « troppo attaccato alla sua ipotesi, non ha veduto nella natura, che ciò, che « era relativo a quell'ipotesi, e ha voluto costringere tutti i fatti a venir a « mettersi sotto i suoi stendardi. ARISTOTILE non ha veduto nella formazione

Digitized by Google

« de' vapori che l'azione del fuoco *Meteorol. L.* I, *C.* IX; CARTESIO l'agita-
« zione delle particole dell'acqua *Les météores*, II *discours*; HALLEY *Philos.*
« *trans. n.* 192. de' palloncini cavi; DESAGULLIERS l'elettricità *Exper. Philos.*
« *T.* II, *Lect.* X; LE ROY delle dissoluzioni chimiche *Acad. des Scienc.* 1751.
« *p.* 481.

« Io non mi tratterrò a dare l'istoria, e la critica di queste differenti ipo-
« tesi; ma farò vedere, che la natura ci presenta i vapori acquosi sotto forme
« differentissime, e cercherò di stabilire i caratteri di queste differenti specie,
« e di spiegare la loro origine ».

Tutto questo, che il lettore ci saprà grado di aver qui trasportato, è preso dall'eccellente opera del Sig. DE SAUSSURE *Essays sur l'hygrometrie* stampata l'anno scorso 1783. a *Neuchatel*, e forma l'introduzione del terzo saggio intitolato *Teoria dell'evaporazione*, cui tratta superiormente in 7. capitoli. Il primo è dei *vapori elastici e della loro dissoluzione nell'aria*; il secondo *de' vapori vessiculari e de' vapori concreti*; il terzo *dell'evaporazione in un'aria rarefatta, o condensata*; il quarto *se il passaggio del fuoco da un luogo all'altro sia una delle cause dell'evaporazione*; il quinto *della quantità dell'evaporazione*; il sesto *dell'evaporazione del ghiaccio*; il settimo *dell'evaporazione dell'acqua* mescolata con altre sostanze. Conchiude finalmente con un ottavo capitolo, che è un *epilogo generale* della teoria da lui spiegata, che trasporteremo qui pure per intiero, dopo aver riferite le cose più principali relative agl'indicati articoli.

La principalissima è la *distinzione dei vapori in elastici e vessiculari.* Cominciamo dai primi. Quando l'acqua riceva un calore, che la metta in ebollizione (il qual calore sotto il peso ordinario dell'atmosfera è di circa 80. gradi REAUM.) quelle molecole, che son le prime a sentire tal grado di calore, e ad imbeversi di quella quantità di fluido igneo a tal uopo necessaria, si gonfiano, e vestono una forma elastica, emula già dell'aria, e come appunto bolle d'aria montano a galla dell'altr'acqua, rompendosi alla di lei superficie, e via fuggendo. L'eruzione copiosa di queste bolle commoventi tutto il liquido è ciò, che chiamiamo *ebollizione.* Il getto, che sorte dall'eolipila simile a un vento, è prodotto da questo medesimo vapore elastico.

L'*ampliazione del volume dell'acqua allorchè convertesi per l'ebollizione* del detto fluido elastico, è tale, che una goccia così vaporizzata può espellere tutta l'aria, e riempire di sè sola un recipiente quattordici mille volte più grande di essa goccia. Di qui i prodigiosi effetti prodotti dalla quasi insuperabile forza espansiva del vapore nella marmitta papiniana, nelle trombe a vapore, e le terribili esplosioni ec.

Or come l'acqua si trasformi in cotal fluido elastico per forza del calore, che l'investe, non è così facile intenderlo. Il calore, è vero che dilata tutti i corpi, e i liquidi più degli altri; ma che possa amplificare il volume di una goccia d'acqua a segno di farle occupare uno spazio quattordici mille volte

Digitized by Google

maggiore di quello, che occupava prima, è cosa, che dee recare la più gran meraviglia. Molto più se si riflette, che questo strano gonfiamento si produce quasi d'un salto: a 79. gr. e mezzo l'acqua sarà ancor tutta liquida; tocca essa l'ottantesimo? ecco sorgere, e scoppiar bolle da tutti i lati, ecco sortire un forte soffio dal becco dell'eolipila, se l'acqua è là dentro ec. Come mai l'addizione di così piccola dose di fuoco qual ricercasi a formare un sol mezzo grado di calore di più, produce un effetto sì grande, fa cambiare portentosamente forma d'aggregazione all'acqua, quando gli altri gradi di calore cioè 79. ½ sopra la fusione del ghiaccio, non han fatto, che dilatare un poco di liquore?

Qui però si vuol riflettere a ciò, che si è provato ampiamente nell'articolo *Calore*, cioè che una grandissima quantità di materia calorifica, o fuoco elementare entra nel vapore senza rendersi sensibile al termometro, in grazia della straordinaria *capacità* a contenerlo, che ha il vapore medesimo; che però si chiama da alcuni *calor latente*. Così è: la quantità di fuoco elementare, ossia il *calore assoluto*, che si trova nel vapore a 80. gr. di *calor sensibile*, è di moltissimo più grande, che nell'acqua alla temperatura di 79. ½ gr. o di 80. anch'essa, ma sussistente ancora in forma liquida. Ciò si prova dalla quantità di calore, che va in certo modo perso nell'ebollizione dell'acqua, e che si ritrova poi nel ridurre i vapori in forma densa (v. il citato articolo *Calore*). A questa copia dunque di *calor latente* siamo condotti a credere, che sia dovuta l'aggregazione, e forma elastica de' vapori. Forse è dovuta anche al fluido elettrico che i vapori rapiscono a sè, e si appropriano come ha scoperto, e provato con decisive sperienze il Signor Cav. VOLTA (v. una sua Memoria inserita nelle *Transazioni Anglicane* 1782., e negli *Opuscoli scelti* di Milano Vol. ult. [1]). Quel, ch'è certo, è che i vapori son ricchi oltremodo, assai più, che non indicherebbe il termometro, e l'igrometro, de' due fluidi calorifico, ed elettrico.

Il Sig. DE SAUSSURE è d'avviso, com'altri pure lo sono, che questo fluido calorifico, o fuoco elementare sia propriamente combinato colle molecole acquee, e formi un vero principio costituente del vapore. Noi non crediamo così; ma che sia semplicemente unito ad esso vapore in quella copia, ch'esige la sua capacità, divenuta stragrande (v. l'articolo citato). Se fosse realmente combinato non pare, che dovesse questo fluido calorifico abbandonar il vapore, quando noi condensiamo questo a forza, con un embolo e. g., eppure per tal mezzo, che non è come si vede un mezzo di decomposizione, il vapore senza addizione veruna di fuoco va crescendo molto in calore, unicamente perchè parte di esso perdendo la forma vaporosa, e ritornando acqua, perde anche quella straordinaria capacità, che aveva, onde il fuoco divenuto ridondante innalza il calor sensibile (art. cit.).

Non è, che crediamo impossibile una combinazione intima del fluido calo-

[1] *Vedasi il N.* LI *del Volume terzo.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

rifico coll'acqua rarefatta a vapore, ed una certa fissazione del medesimo. Sebbene nel citato articolo *Calore* ci siam mostrati poco inclinati ad una tal fissazione, da noi non creduta necessaria per la spiegazione dei fenomeni del calore, di cui allora si trattava, non eravamo però lontani dall'ammetterla, quando altri fenomeni ce la provassero, o ce la rendessero anche solo probabile. Ora alcune nuove scoperte intorno alle arie, di cui renderemo conto nelle note all'articolo *Volatilità* [1], rendono questa combinazione intima del fluido calorifico coll'acqua già vaporizzata più che probabile. Ma il vapore allora, secondo che pensa il Signor Cav. VOLTA, non è più semplice vapore, emulo soltanto dell'aria, un'aria *immatura*, come ei la chiama, ma aria *matura*, permanentemente elastica, aria vera, anzi aria respirabile purissima (v. l'accennato articolo *Volatilità*).

Or ritornando ai semplici vapori, in questi viene trasformata l'acqua dal fuoco elementare, che prima non fa, che dilatarla, innalzandone il calor sensibile, poi influendovi più copioso la gonfia in istrana forma, cacciandola in un fluido elastico, senza punto, o quasi punto accrescere il suo calor sensibile in grazia della straordinaria capacità, che, come si è detto, acquista l'acqua medesima al momento, che passa a tale stato aeriforme. Avanti toccare tale stato, deve l'acqua riscaldarsi ordinariamente a 80. gr. R., come s'è accennato di sopra. Ciò s'intende sotto il peso ordinario dell'atmosfera; poichè sotto una pressione più grande il vapore elastico non salta fuori, e l'acqua non bolle, che ad un grado di calore proporzionatamente maggiore; siccome all'opposto sminuita la pressione il vapor elastico si forma, e l'ebollizione ha luogo a un grado di calor minore. Nella campana pneumatica, rarefacendo l'aria, non è difficile far bollire l'acqua sotto i 40., e fin sotto i 30. gradi. Si può metter sott'occhio la formazione del vapore elastico, e l'ebollizione con una di quelle macchinette consistente in un tubo di vetro, di cui ciascuna estremità alquanto ripiegata termina in un'ampolla, dove estratta l'aria si è introdotto dell'acqua, od altro liquore. Quando tenendo un poco inclinato il tubo tutto il liquore si è raccolto in una delle ampolle, e nell'altra non resta, che un velo, che la bagna internamente, applicandole esternamente la mano tosto quel poco d'umore comincia a convertirsi in vapore elastico, che va ad attraversare in forma di bolle il liquore dell'ampolla piena, e lo mette in evidente ebollizione. Procurando un vuoto più perfetto, come è quello, che sta sopra la colonna di mercurio in un barometro ben purgato, una goccia d'acqua vi si risolve in vapor elastico, che deprime notabilmente la colonna medesima, per un calore assai modico; che dico? Fin anche alla temperatura del ghiaccio,

---

[1] *Questa circostanza permette di affermare che le note apposte all'articolo* « Volatilità » *appartengono al V. Vedasi in proposito il N.* CXXI, *di questo Volume.*

[*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

e sotto di essa. Nè dall'acqua sola, ma da ogn'altro liquore men volatile, e fino dal mercurio, si leva nello spazio vuoto più o meno di vapore elastico, tanto, che si crei tal pressione sopra il rimanente del liquido, che ne venga impedita un'ulterior formazione sotto quella data temperatura. In questo stato e in ogni caso, a produr nuovo vapore si ricerca o accrescimento di calore, o diminuzion di pressione; e semprechè il vapore si produca per l'una o per l'altra maniera, esso rapisce a sè una assai notabile quantità di fuoco elementare, che divien latente, ed ove non venga altronde supplito, produce ne' corpi contigui un sensibile raffreddamento (v. *Calore*).

Fin qui abbiamo considerato il vapor elastico puro, che è prodotto da un grado di calore bastante a mettere il liquido in ebollizione a norma della pressione, che soffre. Un tal vapore allora vittorioso espelle l'aria incombente, e riempie da sè uno spazio ad esclusione di essa, lo chiama perciò il Sig. DE SAUSSURE *vapor elastico puro*. Di tal sorte è il vapore, che sorte con impeto dal becco di un eolipila, prima che si disciolga nell'aria, o diventi nebuloso. Ma quando il calore non è tanto forte, relativamente alla pressione dell'aria, da produrre dall'acqua copioso vapor elastico, che superi il peso di essa aria, e l'espella, non lascia però per modico, che sia di produrne un poco, che vi si mescola, facendo corpo insieme con essa, e questo si distingue dal già lodato autore col nome di *vapore elastico impuro*. Un tal vapore producesi non che alla temperatura mezzana dell'atmosfera, ma a quella del ghiaccio eziandio, e si leva dal ghiaccio medesimo, comechè sempre meno abbondante in ragione, che il calore è minore; e quello, che fa più maraviglia, è pur sempre elastico, come ha provato ad evidenza il Signor DE SAUSSURE. Perciò l'evaporazione blanda, e tranquilla non si distingue più essenzialmente dalla tumultuosa dell'ebollizione; non corre più la distinzione comunemente adottata tra *evaporazione*, e *vaporizzazione*, tra *vapore* e *vapori*, intendendo per vaporizzazione, e vapore l'acqua convertita in fluido elastico per forza del fuoco, e per evaporazione, e vapori le molecole d'acqua ancor acqua sparsa nell'aria, o disciolta in essa: in tutti i casi è sempre l'acqua riscaldata più, o meno, e molto arricchita di fuoco *latente*, convertita nello stesso vapor elastico, colla sola differenza, che ora questo vapor elastico, che sorge copioso e con forza di espeller l'aria, fa corpo da sè; ed ora men copioso, e men forte si insinua a poco a poco nell'aria medesima, e vi si dissolve con una vera dissoluzione Chimica, senza svestirsi punto della sua elasticità. Questa dissoluzione si fa evidente dal mantenere l'aria mista al vapor elastico dell'acqua, sebbene di densità differente, una perfetta trasparenza; e dallo stato di saturità, a cui perviene la stessa aria, quando ha assunto una certa dose di tal vapor acqueo, più o men grande, secondo il grado di calore, a cui si trova portata. L'incomparabile Sig. DE SAUSSURE, da cui ricaviamo tutta questa dottrina, calcola a 10. in 11. grani d'acqua, che in forma di vapore elastico può tener disciolti un piede cubico

Digitized by Google

d'aria di densità comune, quando cioè il barometro è a 24. ½ poll., e alla temperatura di 15. gr. R. (per le diverse temperature, e densità ci dà delle tavole bellissime, che bisogna consultare); il dippiù di vapore, che s'insinui nell'aria già saturata, punto non vi si dissolve, ma si cangia in *vapor vessiculare*, o in *vapor concreto*, cioè in goccioline, che si depongono.

Passeremo tantosto a parlar del vapor vessiculare. Qui intanto non vogliamo lasciare di far osservare, che sebbene dopo gli scritti di LE ROY, di FRANKLIN, e d'altri fosse da tutti i migliori Fisici e Chimici ricevuta l'opinione della dissoluzione chimica dell'acqua nell'aria, col qual solo principio si pretende (questo era troppo) di spiegare tutti i fenomeni dell'evaporazione, delle nebbie, delle ruggiade, delle pioggie, pur nessuno aveva colto nel segno, ed era in gran parte erronea la teoria, credendo essi, che l'aria sciogliesse l'acqua immediatamente, come l'acqua un sale, quando l'acqua come acqua non si scioglie dall'aria, ma solo l'acqua convertita già in fluido elastico, e resa anch'essa aeriforme: scoperta tutta nuova, e bellissima del tante volte lodato Sig. DE SAUSSURE.

Un'altra osservazione, che ci piace di fare, è intorno alla prodigiosa dilatazione dell'acqua, che si converte in vapore alla dolce temperatura di 15. gr. Dieci grani d'acqua evaporando così blandemente hanno accresciuto di un cinquantacinquesimo il volume di un piede cubico d'aria; che vuol dire hanno acquistato essi il volume di più di 30. pollici cubici; cioè negli esperimenti del Signor DE SAUSSURE hanno esercitato un'elasticità corrispondente a 30. pollici cubici d'aria, dal che si vede, che quell'acqua evaporando si è convertita in un fluido elastico emulo dell'aria, ma più sottile e espanso dell'aria medesima.

Molte cose resterebbero a dire sul vapore elastico dell'acqua; ma per non esser troppo lunghi siam costretti a rimandare all'opera originale del Filosofo Ginevrino. Una sola non vogliam passare sotto silenzio, ed è ciò, che ha trovato il medesimo, che l'aria diradata tiene disciolta in proporzione maggior quantità di vapori acquei, che l'aria densa (in proporzione, dico, confrontando cioè le masse, non i volumi), contro quello che si credea da molti, che nel diradarsi l'aria abbandonasse parte de' vapori, di cui era pregna: è ben mirabile, ch'essa invece ne assuma dippiù.

Veniamo ora a dire qualche cosa dei *vapori vessiculari* e de' *vapori concreti*. Quando l'aria è già satura di vapori elastici, e o ricevendo novelli vapori, o raffreddandosi diviene soprassaturata, quest'umido ridondante si cangia, o in goccioline piene, che s'attaccano come ruggiada alla superficie de' corpi, e queste sono, che chiamansi dal Sig. DE SAUSSURE *vapori concreti*; o si figura in altrettante sferette cave formate da una sottil lamina, o pellicola d'acqua, come le bolle saponacee, e queste sono, che chiama l'autore *vapori vessiculari*. Essa formazione di cotali sfere o palloncini succede allorchè il vapore elastico

Digitized by Google

si condensa non in contatto de' corpi, giacchè allora figurasi piuttosto in gocce, ma in mezzo all'aria, che in tal caso s'intorbida annebbiata da quell'ammasso di vapori vessiculari: di tali vapori infatti è composta ogni nebbia, ogni nuvola, com'è facile di accertarsi.

Si può con una lente spiare i vapori vessiculari delle nebbie, e massime quelli, che s'alzano da' liquori caldi, e fumanti. Vi si scoprono, se percossi vengano dalla luce, i colori prismatici, come nelle bolle saponacee, alle quali rassomigliano intieramente, tranne la loro grande picciolezza. Questa picciolezza però non è quale avvisa il Signor KRATZENSTEIN, che si è moltissimo occupato di questo soggetto (*Théorie de l'elévation des vapeurs ec. qui a remporté le prix au jugement de l'Acad. Roy. ec. de Bordeaux* 1743.); esso riduce uno di questi palloncini ad una tremilleseicentesima di linea. Ma il Sig. DE SAUSSURE trova, che i più piccoli hanno il diametro di una trecentottantesima di linea, e i più grossi di una cennovantesima. Si cercò anche di determinare la spessezza della pellicola d'acqua, di cui son formati i palloncini; e il Sig. DI KRATZENSTEIN l'ha voluta nello stato naturale dell'aria di una cinquantamillesima parte di pollice inglese. Il Sig. SAUSSURE crede, che sia assai diversa, ne' diversi palloncini, e che sia impossibile di determinarla.

Quello, che più merita considerazione, è, che i vapori vessiculari si trovino presso a poco equiponderanti all'aria, in cui nuotano, e talvolta più leggieri. Se contengono aria di eguale densità, la pellicola d'acqua, di cui son vestiti, deve pur renderli più pesanti. Oppure se taluni veggonsi cadere, se ne veggono altri levarsi in alto, e ciò fare come spontaneamente, e talvolta dopo essere caduti, ed essersi rotolati sulla superficie d'un corpo, e fin su quella del liquido stesso fumante senza disfarsi. Si veggono andare, venire, fermarsi, sollevarsi di nuovo ec. I grandi ammassi poi, cioè le nebbie, e le nuvole, si veggono montare ordinariamente quanto monta il barometro, e discendere con esso. Ma come dunque possono essere equiponderanti, ed anche più leggeri dell'aria, entro cui fluttuano? Bisogna di necessità, che siano palloncini pieni di un fluido più raro dell'aria ambiente. E qual sarà questo fluido? Aria rarefatta non si sa intendere; come rarefatta? E come, se così fosse, l'esterna più densa non rompe la pellicola d'acqua? Sarebbe mai il fluido igneo, cui depone il vapor elastico perdendo l'abito aeriforme, quello, che in uno stato di mezza combinazione coll'aria che trovasi rinchiusa ne' palloncini, formasse il fluido raro, di cui abbisogniamo? Sarebbe mai il fluido elettrico assunto prima dal vapore elastico, e divenuto ridondante, or che questo si condensa in vapor vessiculare, il fluido elettrico, dico, nè libero del tutto, nè combinato, che formasse anche al di fuori una specie d'atmosfera ad ogni palloncino? Questa od altra simile atmosfera pare, che ci venga indicata dal posarsi, che fanno sovente i nostri palloncini sopra l'acqua ed altri liquori, e rotolare senza mescervisi. Come mai potrebbe questo succedere, se nulla s'interpo-

Digitized by Google

nesse al mutuo contatto della pellicola del palloncino coll'altr'acqua? Il Sig. DE SAUSSURE inclinava già molto a far intervenire il fluido elettrico a tal uopo, prima che il Sig. Cav. VOLTA scoperto avesse, che nel formarsi i vapori s'arricchiscono realmente di fluido elettrico, che diviene indi ridondante nel condensarsi de' medesimi. Or quanto più non sarà portato a quella opinione dopo sì bella scoperta? Esso Sig. Cav. VOLTA vorrebbe pure far entrare per qualche cosa ne' vapori vessiculari il fluido elettrico, ma confessa di non trovare ancora, come spiegare in una maniera, che soddisfaccia, nè il toccar, che fanno i palloncini molti corpi, e l'acqua medesima senza attaccarsi a quelli, e senza mescersi a questa, nè l'essere i palloncini medesimi presso a poco equiponderanti e spesso più leggieri dell'aria, in cui nuotano. Quanto al fluido, che contengono, cui non è possibile dubitare, che sia più leggiero dell'aria, crederebbe egli, che fosse un poco di vapore elastico non anco condensato, il qual vapore si è già detto come è più raro dell'aria. Non è difficile in fatti il concepire, che nel cominciar a condensarsi del vapor elastico disciolto nell'aria si formino qua e là delle lamine d'acqua involgenti delle bollicine di vapore tuttora elastico. Ma, dirassi, perchè indi tosto non si condensa anche quel residuo di vapor elastico involto? A questo potrebbe rispondersi, che quel vapore elastico, ch'è rinchiuso nel palloncino, non interessa più l'aria, in cui nuota isolato: quest'aria scuote da sè o precipita quella quantità di vapore elastico, che eccede la sua saturità; quando dunque se n'è liberata, ed esso vapore si è per così dire ritirato ne' palloncini, e vi riman difeso dalla pellicola d'acqua, l'aria non lo turba più; può pertanto sussistere nella sua forma elastica. Ma manca, dirassi ancora, il calore. Non manca quello, che basta a mantenerlo vapore, se è vero, come lo dimostrano i fenomeni dell'evaporazione blanda, di cui abbiam parlato, che qualsivoglia temperatura basta a formarlo. Ma di congetture non più.

Molti fisici avean conosciuto i vapori vessiculari, a' quali anzi vi fu chi concesse troppo, argomentandosi, come il già lodato Sig. KRATZENSTEIN, di spiegare con questi tutti i fenomeni dell'evaporazione. Il Sig. DE SAUSSURE è il primo e il solo, che ha ridotte le cose ai giusti limiti. Tal fatta di vapori non è figlia immediata nè dell'evaporazione blanda, nè dell'ebollizione, ma sibbene il vapore elastico; a cui succedono quegli altri per un disfacimento piuttosto, e per una precipitazione, che se ne fa dall'aria. In una parola i vapori vessiculatori nebulosi son sempre secondarj, e tengono il luogo di mezzo tra il vapor elastico trasparente, e i *vapori concreti*, che altro in fine non sono, che goccioline d'acqua.

Il lettore sarà ora contento, che gli trascriviamo, secondo che abbiam promesso, l'epilogo, che il Sig. DE SAUSSURE fa nel VIII, ed ultimo capitolo del suo saggio di tutta la teoria dell'evaporazione.

« Terminiamo questo saggio con una succinta esposizione de' principj, « che ci hanno serviti per ispiegare la formazione dei vapori.

Digitized by Google

« L'evaporazione propriamente detta è il risultato, o piuttosto l'effetto « dell'intima unione del fuoco elementare coll'acqua. Da quest'unione l'acqua « ed il fuoco riuniti si cangiano in un fluido elastico più raro dell'aria, e che « merita eminentemente il nome di *vapore*.

« Questo vapore, allorchè si forma nel vuoto, o che la sua abbondanza « ed il suo calore mantenuti gli diano la forza d'espellere l'aria, che lo comprime, « chiamasi *vapore elastico puro*.

« Ma allorchè questo stesso vapore non può intieramente sorpassare la « forza comprimente dell'aria, esso la penetra, si unisce con essa, subisce una « vera dissoluzione, e prende il nome di *vapor elastico disciolto*.

« Allorchè in seguito l'aria saturata lascia precipitare l'acqua, ch'esso « conteneva, quest'acqua prende qualche volta la forma di vescichette o di « bollicine: queste vescichette riempiute, ed involte da un fluido raro e leggero « si sostengono nell'aria, e s'innalzano qualche volta per una specifica leggie- « rezza più grande della propria. Questi sono dunque corpi stranieri all'aria « e d'una natura assolutamente differente dal fluido elastico, a cui noi demmo « il nome di *vapore*. Pure per adattarmi all'uso gli ho annoverati nella classe « dei vapori, e gli ho distinti col nome di *vapore vessicolare*.

« In fine, allorchè il vapore elastico o le vescichette esse stesse si con- « densano in piene goccie, che non differiscono dalle gocce di pioggia, che per « la loro estrema picciolezza, anche questi sono corpi ben diversi dal vapore « propriamente detto. Nonostante siccome questi corpi nuotano all'aria, e « possono anche sostenervisi per la loro agitazione, e la loro viscosità, li pongo « anch'essi nella classe dei vapori col nome di *vapore concreto*.

« Credo, che non v'abbia alcun vapore o esalazione di corpi sian fluidi « o solidi, che non venga sotto alcuna di queste quattro specie, e la cui forma- « zione non possa e non si debba spiegare cogli stessi principj. Bisogna solo « osservare, che soventi l'impulsione meccanica dell'aria esteriore, o quella « dei fluidi elastici, che emanano dall'interiore de' corpi, o infine gli stessi va- « pori elastici seco portano nell'aria delle molecole di corpi differenti, che per « sè stesse non eran punto suscettibili di evaporazione ».

Digitized by Google

Digitized by Google

CXXI.

UNA NOTA ALL'ARTICOLO "*VOLATILITÀ*"

1784.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Macq. Diz. Chim. T. X, Pavia, 1784, pg. 300 (T. VIII, pg. 318).	Cart. Volt.: H 7; G 25; G fot. 21.

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: da Macq. Diz. Chim. T. X (T. VIII), Pavia, 1784.

Macq. Diz. Chim. T. X, pg. 300 (T. VIII, pg. 318): è una nota all'articolo « *Volatilità* » pubblicata nel T. X dell'edizione speciale, e nel T. VIII dell'edizione comune del Dizionario di Chimica del Macquer, tradotto dallo Scopoli. Per quanto riguarda le indicazioni di questo Dizionario di Chimica, vedansi le note di frontespizio che si trovano nel N. CXVIII di questo Volume e nel N. CXVII del Volume sesto.

Le affermazioni contenute nell'articolo « *Vapore* » (vedasi nel N. CXX la nota della Commissione a pg. 88), ed in Cart. Volt. G 25 (pubblicato in parte nel N. CXXVIII di questo Volume), permettono di affermare che le note all'articolo « *Volatilità* » sono del V. Nella pubblicazione di queste note, si sono tenuti gli stessi criteri seguiti nel N. CXVII del Volume sesto nei riguardi delle « *Note sulle arie* ».

H 7: è la minuta autografa di una lettera, in data 20 marzo 1784, scritta dal V. ad uno scienziato inglese non nominato: in questa lettera sono riassunti i concetti svolti nella nota all'articolo « *Volatilità* », pubblicato in questo Numero.

G fot. 21: è una copia fotografica di una lettera del V. al Senebier, in data 12 marzo

Digitized by Google

1784, nella quale sono svolte idee e considerazioni che risultano assorbite da quelle esposte nella nota pubblicata in questo Numero: questa lettera è richiamata nelle note di frontespizio del N. CXIV del Volume sesto.

In ordine di data, si cita qui la lettera al Mascheroni (M fot. 3), scritta il 20 maggio 1784, nella quale il V. accenna alla costruzione di un apparato, che «*servirà poi con una piccola aggiunta a fare la nuova bellissima sperienza dell'acqua, che risulta dalla combustione dell'aria infiammabile metallica, unita a competente dose di aria pura respirabile*».

Digitized by Google

Macq. Diz. Chim. T. X, pg. 300 (*T. VIII, pg.* 318) [1].

Così chiamiamo *volatili* quelle sostanze, che ad un modico calore, alla temperatura comune, e sotto la pressione ordinaria dell'atmosfera, sfumano e si levano in vapori, come gli spiriti, e gli olj volatili, alcuni acidi, l'alcali volatile ec. L'acqua anch'essa la diremo volatile, perchè svapora nell'aria libera senza addizione di calore, ma molto meno volatile di quelli. Gli olj grassi, il mercurio si avranno per non volatili, perchè non isvaporano sensibilmente in simili circostanze. Dico *in simili circostanze,* mentre con un conveniente grado di calore, che loro si aggiunga, e svaporano, e bollono essi pure: anzi non fa bisogno di alcuna aggiunta di calore, bastando quello dell'atmosfera anche moderatissimo, anche una temperatura al disotto della congelazione dell'acqua, per convertirli in vapore, qualora vengano esposti ad un perfetto vuoto. In questa circostanza di tolta pressione non v'ha liquore alcuno, che non si levi in vapore, e vapore elastico (v. *Vapore*): fino il ghiaccio si risolve in tal vapore (e chi sa quanti altri corpi solidi fanno lo stesso?), tanto poco vi vuole di calore per far prendere la forma od aggregazione elastica a tali corpi, quando nulla vi si oppone, quando si trovano liberi da ogni pressione esterna, che contrariando il niso del fuoco li riduca allo stato di aggregazione liquida, che è uno stato puramente accidentale (come si è provato nelle note all'*Appendice sopra le arie* [2]), o a quello di aggregazione solida. A dir breve, siccome l'ebollizione (la quale altro non è che una produzione rapida di gran copia di vapori elastici, che sommovendo dal fondo il liquido si portano in forma di bolle a galla del medesimo), così pure l'evaporazione blanda e tranquilla, cioè la conversione in vapore similmente elastico (SAUSSURE, *Essays d'Hygrometrie*, v. *Vapore*), cui soggiace il velo superficiale del liquido, sieguono amendue la ragione diretta del calore, da cui il

[1] *Nota posta a proposito di un accenno del Macquer riguardante il grado di volatilità dei corpi* « dipendente dalla natura della loro aggregazione ». [*Nota della Comm.*].

[2] *Vedasi il N.* CXVII (*F*) *del Volume sesto.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

liquido medesimo è penetrato, e la ragione inversa della pressione, ch'esso soffre; onde e l'una e l'altra si possono fare per gradi sempre minori di caldo, a misura che diminuisce detta pressione. Non si creda perciò che ogni minimo grado di calore basti, tolta la pressione esterna, a far prendere a tutti i liquidi la forma di fluido elastico: vi vorrà sempre, anche tolta questa pressione, un dato grado diverso pei diversi corpi sì per l'evaporazione blanda, che per l'ebollizione; a ragione che un grado diverso di calore ricercasi per ciascuno a farlo svaporare e bollire sotto una data pressione. Sarà quindi sempre vero, che il calore è il solo agente, la causa prossima dello stato vaporoso elastico, giacchè nella privazione totale di questo elemento, e principio d'espansibilità è più che probabile, che giacessero immutabilmente solidi e fissi non che i corpi che riguardiamo come più o meno volatili, ma anche le arie, che diciamo permanentemente elastiche. Non crediamo dunque che vi sia altra materia che quella del calore, la qual sia fluida ed espansibile per sè, come vuole anche il nostro Autore.

Or s'è vero, come non ne dubitiamo, che l'espansibilità delle arie sia anch'essa dovuta al fuoco o calore, qual distinzione faremo più tra queste e i vapori? Cotal distinzione si è stabilita dall'autore e da noi nell'essere le prime, a differenza dei secondi, permanentemente elastiche, qualunque freddo incontrino, e qualunque pressione si adoperi per ridurle a fissità; ma ciò non sussiste, tosto che ammettiamo che private di calore perderebbero anche le così dette arie la loro forma ed abito elastico. A questo rispondo, che se ciò pur succedesse mediante una privazione totale o quasi totale di calore, è certo e costante, che non succede per quella più grande diminuzione del medesimo, a cui siamo giunti fin qui. Il maggior possibile raffreddamento procurato coll'arte, quello, che arriva a congelare il mercurio, non toglie la forma aerea e l'espansibilità a nessuno dei fluidi elastici, che abbiamo insigniti col nome di *arie*; quando per far perdere simile forma e l'elasticità ai semplici vapori basta, che il calore diminuisca un poco da quel grado, che li ha formati (v. *Vapore*). Fate che il vapore dell'acqua bollente venga alcuni gradi sotto gli 80., e tosto si condenserà in liquore: si condenserà in liquore anche ai gradi 80. e più di calore, se venga a soffrire una pressione maggiore di quella dell'atmosfera, come si osserva nella marmitta Papiniana. All'incontro l'aria fissa, a svolger la quale dalla pietra calcare non vi è voluto meno d'un calore, che ha reso questa pietra rovente, sussisterà in forma aerea inalterabilmente elastica sotto il freddo, che congela ogni liquore conosciuto, e sotto una pressione qualunque. Lo stesso è dell'aria infiammabile ottenuta e. g. dal legno per mezzo di distillarlo fino al carbone. È dunque la differenza tra i vapori, e le arie abbastanza grande per contraddistinguere queste da quelli con tal nome, e per accordare loro il titolo di fluidi permanentemente elastici.

Nella citata *Appendice*, e nelle note questo confronto delle arie coi vapori

Digitized by Google

è messo viemmeglio in chiaro, e determinato viene con varie osservazioni del nostro Sig. Cav. VOLTA come e quanto si approssimino tra loro. Seguendo le luminose sue idee l'acqua medesima potrebbe, oltrepassando, diciamo così, lo stato di *vapore*, od *aria immatura* venire a quello d'*aria matura*, acquistare cioè un'elasticità permanente. Egli avea tentato se a questo mai giugner si potesse alla maniera, che si fa coll'olio, che è di sorprenderlo con un calore molto più forte di quello, che vi vuole a farlo levar in vapore; di sorprenderlo, dico, e sopraffarlo così, mentre si trova sepolto e irretito tra altri corpi in modo da non potersi tosto liberare e volar via. Ma questa sperienza, che riesce cogli olj ed altri liquori infiammabili, non essendogli riuscita coll'acqua, pensò, che fosse necessariamente richiesta una combinazione col flogisto per far acquistare all'acqua un vero abito aereo. È detto ivi, come si era sparso, che il Sig. PRIESTLEY fosse arrivato, per qual via non si sapeva, a convertire l'acqua in aria; si seppe in seguito, ch'era col mezzo del semplice calore, obbligando i vapori dell'acqua a passare per un tubo arroventato; ma si scoperse anche tosto l'equivoco, e il Sig. PRIESTLEY medesimo fu de' primi a convenirne; i matracci, e i tubi, di cui si serviva, erano di terra, e questa terra fatta rovente lasciava passare l'aria comune, che vi s'introduceva come per un feltro (v. *Opusc. scelti*, 1783.). Poco dopo, sulla fine cioè dello stesso anno 1783., al Signor LAVOISIER riuscì realmente di convertire l'acqua in aria con un metodo, che combina benissimo colle idee del Sig. Cav. VOLTA, e che sembra confermarle nella più bella maniera, sebbene esso Sig. LAVOISIER ne deduca una teoria affatto diversa. Il metodo è di far passare i vapori dell'acqua, che bolle, in contatto del ferro rovente, con che si tramutano in vera, e genuina aria infiammabile, la quale si raccoglie al modo solito attraverso all'acqua, e sussiste a tutte le prove in forma elastica. Prima, che tali sperienze fossero pubblicate, ne avea fatte di analoghe il nostro Sig. Cav. VOLTA, producendo aria infiammabile col tuffare nell'acqua un grosso ferro rovente, oppure de' carboni, che ne danno assai dippiù, la quale sperienza col carbone era stata fatta anche dal celebre Ab. FONTANA. Il Sig. Cav. VOLTA faceva quelle sperienze per provare, che al vapore dell'acqua altro non manca per passare allo stato di aria, cioè di fluido permanentemente elastico, che di combinarsi in modo proprio con sufficiente dose di flogisto, come da gran tempo opinato avea. Or chi non vede quanto a confermar simile idea valga il successo di tali sperienze?

Il Sig. LAVOISIER non pertanto concepisce la cosa ben altrimenti. In luogo di far le arie un composto d'acqua, e di qualch'altro principio, che a lei doni l'elasticità permanente, fa l'acqua medesima un composto di due arie, che sono l'infiammabile, e la deflogisticata. Secondo lui queste due arie compressibili ed elastiche finchè separate, venendo a combinarsi e compenetrarsi in certo modo allorchè sono portate alla deflagrazione, formano un

Digitized by Google

liquido incompressibile, che è l'acqua. Inerendo a questa sua idea pensa, che il ferro rovente sia atto a decomporre l'acqua, ritenendo uno de' suoi principj costituenti, cioè l'aria deflogisticata, con che vada esso ferro calcinandosi, mentre l'altro principio prossimo dell'acqua, cioè l'aria infiammabile posto in libertà ricupera la nativa sua elasticità, e forma aerea. Altre bellissime sperienze avean condotto il Sig. LAVOISIER a riguardar quest'arie come principj semplici, e l'acqua un composto di esse. Abbruciando una gran quantità d'aria infiammabile metallica col mezzo di una specie di lucerna ad aria infiammabile, in un recipiente posto sopra il mercurio, e dove eravi altra quantità d'aria deflogisticata, ottenne, dopo la consunzione di 30. boccali della prima, e di 15. circa della seconda, 4. dramme e mezzo d'acqua pura, che fa presso a poco il peso totale delle due arie consumate. Ecco come la sintesi sembra concorrere coll'analisi a provare la sua proposizione.

Molti avean di già osservato, e tra questi anche il nostro autore, che dall'aria infiammabile, che abbrucia, proviene dell'acqua; ma era stato creduto altro non essere questa, che la porzione d'acqua disciolta prima in forma di vapore, che venisse depositata da quella quantità d'aria, che nell'infiammazione medesima si consuma, o sparisce. Il Sig. Cav. VOLTA solamente colpito da tale distruzione dell'aria infiammabile non meno, che della respirabile, senz'altro residuo, che di un vapore nebuloso, sospettò, che in questo vapore si risolvessero dette arie (v. le note all'articolo *Aria infiammabile* [1], ed una all'articolo *Calore*); ma in mancanza degli apparati a mercurio non potè scoprire cosa si fosse tal vapore, se acqua pura od altro, come si proponeva di fare tosto che di convenienti apparati fosse provveduto. Intanto però col suo ad acqua per l'infiammazione delle arie infiammabili in vaso chiuso (che è quello descritto nelle note al medesimo articolo *Aria infiammabile*), apparato da lui inventato già da molti anni, e che ha avuto occasione di mostrare a molti, tra' quali all'istesso Sig. LAVOISIER, avea egli scoperto il primo, che per l'infiammazione dell'aria infiammabile la più pura, qual è la metallica, sparisce essa per intiero, e si tira dietro la distruzione di un volume, che è circa la metà del suo, di aria deflogisticata; che per questa consunzione di aria non si precipita nè acido, nè altro sale, nè terra, nè altro; che non si converte punto quell'aria deflogisticata in aria fissa, come fa per tutti gli altri processi flogistici, e fino per l'accensione di tutte le arie infiammabili, che non sono metalliche; che in fine altro non compare, che il già detto fumo e vapore nebuloso (v. le citate note). Quello pertanto, che sospettò il Sig. Cav. VOLTA, e che avrebbe già da un pezzo scoperto se si fosse potuto procurare gli apparati necessarj [2], lo verificò il Sig. LAVOISIER l'anno passato

[1] *Vedasi il N.* CXVII (*D*) *del Volume sesto.* [*Nota della Comm.*].

[2] *Vedasi la lettera del V. e le note della Commissione pubblicate in fine al N.* CXVII (*D*) *del Volume sesto.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

1783., e il confermarono alcuni altri, tra' quali il Sig. WATT, e il Sig. CAVENDISH (chi di loro sia stato il primo a far tale scoperta nol sappiamo dire). Ma lasciando il fatto non più dubbio della risoluzione delle arie infiammabile e deflogisticata in acqua, osserviamo alle conclusioni, che se ne tirano.

Il Sig. LAVOISIER dunque crede aver provato coll'analisi, e colla sintesi, che i principj prossimi costituenti l'acqua siano l'aria infiammabile, e l'aria deflogisticata, come abbiamo di sopra accennato.

Il Sig. WATT già lodato pensa egli pure, che l'acqua sia un composto formato di aria deflogisticata, che ha perso molto del principio calorifico, o fuoco elementare, e di flogisto. Il Sig. Cav. VOLTA attenendosi all'idea comunemente abbraccìata dai Fisici e dai Chimici, che l'acqua sia un principio indecomponibile, e scevra di flogisto, si è formato una teoria affatto diversa da quella dei citati autori. Seguendo le sue idee già esposte sulla graduazione dei vapori, vede quelli dell'acqua acquistare la permanente elasticità, e quindi il vero abito aereo, ogni qual volta si combinano in certa particolar maniera col flogisto, ed ecco come si produce aria facendo passare i vapori dell'acqua in contatto del ferro rovente, o di carboni accesi, o tuffando questi e quello in tale stato, che li rende dispostissimi a dare il flogisto, nell'acqua. L'aria, che per tal combinazione del flogisto coi vapori acquei si genera, è aria infiammabile. Ora se l'acqua vestendosi di flogisto diventa aria infiammabile, è naturale che spogliandosene, come succede nell'infiammazione, ritorni acqua passando per lo stato medio di vapore, che è ciò, che s'osserva.

Ma l'acqua, che s'ottiene per tal infiammazione, supera di molto il peso della sola aria infiammabile, ed uguaglia prossimamente quello dell'aria deflogisticata insieme, che con essa sparì. Da ciò conchiude, che anche l'aria deflogisticata abbia per base l'acqua. Ma qual sarà l'altro principio costituente, a cui deve cotest'aria deflogisticata l'abito aereo, la permanente sua elasticità? Il flogisto non già; altrimenti qual differenza tra esso e l'aria infiammabile? Altronde l'avidità, con cui attrae il flogisto dagli altri corpi, mostra che o nulla, o ben poco ne contiene. All'incontro mille prove abbiamo della grandissima quantità di principio calorifico (sostanza ben diversa dal flogisto) contenuto nell'aria deflogisticata (v. *Calore*). Questo fluido igneo cagione d'ogni fluidità, d'ogni volatilità, ed espansibilità, quando è libero e produce calor sensibile, questo fluido igneo, che unito in sufficiente dose, e non combinato coll'acqua, la mantiene già in forma di vapore elastico, e solo abbandonandola fa che ritorni allo stato di liquido incompressibile; questo fluido, dico, che non farà se avvenga che si combini intimamente con essa? Non la investirà di un'elasticità permanente? Se tanto fa il flogisto combinandosi coll'acqua, a maggior diritto farallo il fuoco elementare. Nè già vedo che sia tal combinazione impossibile. E perchè tale elemento non potrà anch'esso divenire principio costituente di un misto? In verità questa combinazione

Digitized by Google

non è così facile ad ottenersi, perchè sembra che il fluido igneo per l'estrema sua mobilità ed espansibilità ripugni più che il flogisto a fissarsi; e questa è probabilmente la cagione, per cui non è sì facile produrre l'aria deflogisticata, com'è facile produrre l'infiammabile, la quale s'ottiene in tante maniere, e in quella quanto bella, altrettanto singolare, di tormentare l'acqua co' carboni o col ferro rovente. Il Sig. Cav. VOLTA avea fatto qualche tentativo per convertire in simil maniera l'acqua in aria deflogisticata, portandola al contatto di altri corpi arroventati come vetro ec., da' quali non emana flogisto, o in poca copia, ma solo calore: questi tentativi furono però senza successo. Pensò quindi che il fuoco libero da cui sono penetrati i corpi roventi, passando all'acqua, appunto perchè libero troppo, rifiutasse di combinarsi con essa e fissarvisi, e non facesse che aggiungersi a lei ritenendo tuttavia il suo movimento igneo, producendo i soli fenomeni del calor sensibile, e convertendo perciò l'acqua in semplice vapore al solito. Che se vi fosse tal corpo, in cui il fuoco elementare si trovasse già combinato e fissato, e che indi fosse determinato a svolgersi pel contatto dell'acqua, allora più facilmente potrebbe passare dall'una all'altra combinazione e formare coll'acqua non più un semplice vapore, ma aria, ed aria pura respirabile. Portò dunque il pensiero sopra la calce viva, nella quale, se in alcun corpo mai, è naturale il supporre che siavi del fuoco fisso e combinato (v. *Calce*): estinse sott'acqua molta calce viva tratta allora rovente dalla fornace, e ne provennero in mezzo a un terribile stridore e calore alcune bolle di aria, che parve migliore dell'aria comune. Il successo dunque sembra aver corrisposto in parte. Ora per ottenere dell'aria deflogisticata e più pura e in maggior quantità si propone di far passare il vapore dell'acqua bollente per un tubo ripieno di pezzi di calce tenuti roventi, non altrimenti che si fa passare lo stesso vapore per un tubo ripieno di pezzetti di ferro o di limatura roventi, per ottenere in copia dell'aria infiammabile. Se l'esperienza riesce saranno pienamente confermate le idee del Sig. Cav. VOLTA, ma se anche non riesce non si potrà dire per questo, che siano false, nè si potrà dire che l'aria deflogisticata non sia un composto di acqua e di fuoco elementare, poichè quella s'ottiene in realtà disfacendosi tal aria, e questo si presenta nel fenomeno della combustione, se è vero, come si è provato ampiamente all'articolo *Calore*, che il calore non già da' corpi combustibili, ma dall'aria pura proviene, che il rilascia a misura, che da quelli riceve essa il flogisto.

Ora cosa è, ed in che consiste secondo il Sig. Cav. VOLTA il fenomeno dell'infiammazione dell'aria infiammabile mista alla sua competente dose di aria deflogisticata? Esso è una decomposizione di ambedue queste arie provocata dalla fiamma o scintilla applicatavi, e dalla fortissima attrazione dell'aria deflogisticata verso il flogisto dell'aria infiammabile, il qual flogisto rapito a cotest'aria è tratto con impeto sopra l'altra aria pura, ne scuote il

Digitized by Google

fluido igneo, e da tale conflitto nasce la fiamma, che è un nuovo composto di fuoco elementare e di flogisto, nel mentre che l'acqua, la quale formava la base sì dell'una che dell'altr'aria, abbandonata a sè stessa, perde la forma aerea, e ritorna allo stato di liquido.

Che la fiamma sia un composto risultante dalla decomposizione di quelle arie, che spariscono, un composto, dico, d'uno o più principj dell'una, con uno o più principj dell'altra, ci viene indicato dall'inspezione della fiamma medesima, dalla sua densità, colore, e odore, proprietà tutte, che non avrebbe la fiamma, se altro non fosse che il puro sottilissimo elemento del fuoco, come avvisa che sia il Sig. LAVOISIER. Che poi nella composizione di tal fiamma entri il flogisto, pare dimostrato, dacchè si è riuscito con essa a revivificare i metalli; conferma la stessa cosa quella grande somiglianza, che v'è tra la fiamma e la luce, la qual luce non è neppur essa il semplice elemento calorifico, ma contiene del flogisto, essendo atta a revivificare certe calci metalliche, e producendo tanti altri effetti sulla vegetazione, che non si possono attribuire che al flogisto, come dimostrò nella più bella maniera il Sig. SENEBIER nelle sue *Memorie fisico-chimiche sull'influenza della luce ec.* La somiglianza tralla luce e la fiamma, è tale, che può dirsi identità, e può credersi, che la luce altro non sia, che una fiamma la più pura estremamente attenuata, e la fiamma pure null'altro, che luce, concentratissima. Almeno è certo, che la luce è un effluvio sostanziale della fiamma. Se la luce pertanto porta seco del flogisto, evidente cosa è, che lo trae dal seno della fiamma, di cui è figlia.

Quanto all'acqua, che proviene dall'infiammazione, di cui si tratta, è egli meraviglia che corrisponda presso a poco al peso totale delle due arie consunte? Il fluido calorifico, che abbandona l'una, e il flogisto, che si stacca dall'altra, e che formano insieme il corpo della fiamma, sono sì poco materiali, cioè hanno sì poco peso, che non si può pretendere di renderlo sensibile molto.

Quell'aria infiammabile, che coll'abbruciare si strugge, e strugge di più tant'aria deflogisticata, quanta uguaglia la metà circa del suo volume, risolvendosi amendue in acqua pura, è tra tutte le sostanze combustibili, e tralle arie infiammabili medesime la più pura senza contrasto, e ne presenta perciò la più pura e semplice tra tutte le infiammazioni. Imperocchè sonovi ben altre arie infiammabili, e infiammazioni d'altre sostanze, che oltre all'acqueo vapore vi danno quali un deposito fuligginoso più o meno abbondante e vario; quali un liquor acido; e dell'aria fissa tutte o quasi tutte. Un liquor acido lo avete dalla combustione del solfo, del fosforo ec. (v. *Solfo* e *Fosforo*), il qual acido è un principio costituente di que' corpi, cioè il vetriuolico del solfo, ed il fosforico del fosforo (v. gli articoli relativi). Gli olj, i grassi, i bitumi in sostanza, siccome pure l'aria infiammabile cavata da essi per distillazione gettano molta fuliggine ardendo, e un odor forte empireumatico, intanto che convertono una grandissima quantità di aria deflogisticata in aria fissa (v. le note

Digitized by Google

all'art. *Aria infiammabile*). Lo stesso fanno le sostanze vegetabili, ed animali, che bruciano in grazia appunto della materia oleosa, che contengono. I carboni, che ne contengono più poca, danno molto meno fuliggine colla loro combustione, ma non lasciano di produrre il fenomeno della conversione dell'aria deflogisticata in aria fissa. Finalmente l'aria infiammabile nativa delle paludi, che producesi dalla lenta decomposizione delle stesse sostanze vegetabili ed animali, sebbene non getti, ardendo, fuliggine sensibile, converte nullameno molt'aria deflogisticata in aria fissa. La fiamma degli spiriti ardenti è quella, che s'accosta di più alla fiamma pura dell'aria infiammabile pura, mentre anch'essa non dà che acqua schietta senz'ombra di fuliggine, e senza odore empireumatico; e d'aria fissa ne produce ben poca.

Lasciando i prodotti di acido, di fuliggine ec. che sono materie contenute nei combustibili medesimi, che ardono, noi cercheremo onde venga che in quasi tutte le combustioni, più o meno di quell'aria deflogisticata, che serve a tali combustioni, si cangi in aria fissa; quando quella, che serve alla combustione dell'aria infiammabile la più pura, cioè la metallica, si risolve semplicemente in acqua, come si è veduto. Se il flogisto, che si scarica da cotest'aria infiammabile, scompone la deflogisticata, liberandone il principio calorifico o fluido igneo e precipitandone l'acqua, dal qual conflitto ed unione di detto flogisto con questo fluido igneo risulta la fiamma, ond'è che non succede lo stesso scaricandosi il flogisto sopra la stessa aria deflogisticata da altre arie infiammabili, e da altri combustibili? È perchè l'aria deflogisticata non si scompone egualmente, e non si risolve in acqua? Come mai si trasforma in vece in aria fissa? A ciò risponde il nostro Sig. Cav. VOLTA, che una porzione di flogisto, investendo l'aria deflogisticata ne scompone realmente tanto da formar la fiamma, che compare, ma che un'altra porzione di flogisto o non scagliato con tanto impeto, o impedito in qualsivoglia modo dal penetrare sì addentro, in luogo di disfare dell'altr'aria deflogisticata, si unisce e lega semplicemente ad essa, e con ciò ne forma dell'aria fissa, la quale aria fissa mille prove ci dimostrano essere realmente un composto di aria pura, e di flogisto (v. le note agli articoli delle *Arie*). L'aria deflogisticata è dunque secondo le circostanze affetta diversamente dal flogisto; ora si decompone da lui, ora si sopraccompone. Si può credere che per decomporla si ricerchi il flogisto il più puro e libero, che l'assalga con un cert'impeto, e questo è che succede nell'accensione viva dell'aria infiammabile metallica, che è la più pura. In altro modo si unisce il flogisto all'aria medesima senza intaccarne i principj costituenti, che sono l'acqua e il fluido igneo, anzi vi si collega esso per terzo; e quest'aria sopraccomposta è poi l'*aria fissa*: e ciò accade per ogni blanda emanazione del flogisto, com'è quella, che si fa dal fegato di solfo, dalle vernici a olio, dalla respirazione ec. Ove l'eruzione flogistica si faccia più rapida e forte, come nella calcinazione de' metalli, nella combustione de' carboni,

Digitized by Google

degli olj, dell'aria infiammabile oleosa o della paludosa, ecco già una parte del flogisto scuotere il fluido igneo da una parte dell'aria deflogisticata, e prodursi quinci fiamma, e precipitarsi quindi acqua a proporzione; mentre un'altra parte di flogisto combinandosi pacificamente con altr'aria deflogisticata ne fa altrettanta aria fissa. In somma dove nell'accensione dell'aria infiammabile pura ha luogo soltanto la prima maniera di operare del flogisto, cioè quella di decomporre l'aria deflogisticata, e in altri processi flogistici, come nella respirazione, nell'evaporazione del fegato di solfo ec. solamente la seconda, cioè quella di sopraccomporre la stess'aria deflogisticata e farne altrettanta aria fissa; nelle combustioni e infiammazioni, che diremo impure, tutte due queste maniere, e l'uno e l'altro effetto han luogo insieme.

Tali sono le idee, che si è compiaciuto il Sig. Cav. VOLTA di comunicarci, le quali si vede quanto diverse sieno dalle conclusioni del Sig. LAVOISIER. Senza pretendere di decidere sul merito di queste o di quelle, ci faremo lecito solamente di osservare: 1) che la composizione, e decomposizione dell'acqua che pretende il Sig. LAVOISIER, non essendo dimostrativamente provata, mentre le sperienze si spiegano benissimo anche sostenendo che l'acqua sia un elemento o corpo indecomponibile, non vi è ragione che ci obblighi ad abbandonare codesta opinione tanto fondata, ed universale; 2) che all'incontro le arie, che il medesimo autore riguarda come principj semplici, cioè l'infiammabile metallica e la deflogisticata, è più credibile, che siano corpi composti, a ciò conducendoci l'analogia di altre arie, che lo sono certamente, come l'aria fissa, l'aria nitrosa, l'aria epatica, le altre arie infiammabili ec.; 3) che la teoria del Sig. LAVOISIER non porta a meno che ad escludere e sbandire da tutta la Chimica il flogisto, l'esistenza e le funzioni del quale sono da tanti altri fenomeni stabilite (v. *Flogisto*, *Solfo*, *Metallo*). Nella spiegazione invece del Sig. Cav. VOLTA non troviamo nulla, che urti nè la teoria chimica, nè le opinioni ricevute (annoverando noi tra queste la sostanziale differenza tra 'l flogisto e il principio calorifico o fluido igneo, che sembra oramai dimostrata); essa consente nella più bella maniera colle nuove applaudite teorie delle arie e del calore (v. questi articoli), e rischiara ed estende mirabilmente le idee intorno all'elasticità de' vapori e delle arie, labile e precaria in quelli, ferma e permanente in queste, e al passaggio dall'una all'altra indole non molto in fondo diversa. Qual idea infatti più semplice di questa, che stabilisce l'acqua per base delle arie; e che dallo stato di vapore elastico, che può dirsi in certo modo essere già un abito aeriforme, la fa passare alla natura di vera aria, mediante un'intima, ma semplice combinazione o col flogisto o coll'elemento del calore? Di aria cioè respirabile purissima con questo, e di schietta aria infiammabile con quello.

Digitized by Google

Digitized by Google

CXXII.

MEMORIA

SOPRA I FUOCHI DE' TERRENI E DELLE FONTANE ARDENTI IN GENERALE E SOPRA QUELLI DI PIETRA-MALA IN PARTICOLARE

DEL SIG. ALESSANDRO VOLTA

PROFESSORE DI FISICA SPERIMENTALE NELL'UNIVERSITÀ DI PAVIA

Scritta nel 1782, pubblicata nel 1784.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Mem. Ver. T. II, P. II, 1784, pg. 662. Am. Op. Sc. T. VII, 1784, pg. 321. Ant. Coll. T. III, pg. 271. Mont. pg. 146.	Cart. Volt.: K 1; K 2.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Mem. Ver.

DATA: da K 2 e da Mem. Ver. risulta che la memoria fu scritta nel 1782; essa fu pubblicata poi in Mem. Ver. ed in Am. Op. Sc. nel 1784, e più tardi nel 1816 in Ant. Coll. T. III.

K 1: è la redazione autografa, in francese, di questa memoria, che fu letta dal V. nell'aprile 1782 in una pubblica adunanza della Società letteraria « Museo di Parigi ».

K 2: è la redazione autografa, in italiano, di questa stessa memoria, che fu stampata

Digitized by Google

nel 1784 in Mem. Ver. ed in Am. Op. Sc., e nel 1816 in Ant. Coll. Si pubblica questa memoria togliendola da Mem. Ver., ove compaiono delle parti e delle note che mancano in K 2.

Mont. pg. 146: è una lettera al canonico Serafino Volta, in data 20 marzo 1781, nella quale il V. espone brevemente le sue osservazioni sui fuochi dei terreni e delle fontane ardenti, che formano l'oggetto della memoria che si pubblica in questo Numero. Il V. aveva studiato questi fenomeni nel viaggio che aveva fatto a Firenze nel settembre 1780. Il canonico don Giov. Serafino Volta di Mantova (non legato al V. da parentela alcuna) era custode del Museo di Storia naturale della R. I. Università di Pavia.

Nella lettera scritta al prof. Anton Maria Lorgna di Verona, in data 14 gennaio 1784 (Biad. pg. 15), il V. accenna a circostanze che riguardano la pubblicazione della memoria in Mem. Ver. T. II, P. II, pg. 662.

Digitized by Google

Mem. Ver. T. II, P. II, 1784, *pg.* 662.

MEMORIA [a]

SOPRA I FUOCHI DE' TERRENI E DELLE FONTANE ARDENTI IN GENERALE, E SOPRA QUELLI DI PIETRA-MALA IN PARTICOLARE.

Quando nel 1776 ebbi scoperto che da tutti i fondi d'acqua stagnante o leggermente corrente si svolge una prodigiosa quantità di aria infiammabile, prodotta dalla macerazione e putrefazione delle sostanze vegetabili e animali, fui naturalmente condotto a pensare, che molti fenomeni naturali, tra i quali quello dei terreni e delle fontane ardenti, da altro non provenissero che da grandi ammassi di codest'aria infiammabile (*b*). Era troppo facile l'immaginare che potea trovarsi buona copia di tal aria già bella e formata in alcuni ricettacoli o cavità sotterranee, che riempiendosi, o per le pareti che si sprofondassero, o per qualche materia estranea portatavi dentro, obbligavano quell'aria a traspirare ed uscirne fuora in forma di getti attraverso le crepaccie e la terra secca, o attraverso l'acqua in forma di gorgogli. Io mi atteneva tanto più fortemente a questa opinione, quantochè alla possibilità della cosa, alla verosimiglianza di una spiegazione così facile e naturale aggiugnevasi una imitazione non lontana del fenomeno, a cui io era giunto; sendo riuscito ad eccitare a talento sulla superficie delle acque stagnanti simile infiammazione mediante il frugare sul fondo, e rimescolare la melma ad effetto di snidarne l'aria infiammabile: il che fatto, non aveva che a presentare un candelino o un solfanello acceso al luogo dove nasceva il maggior bollica-

(*a*) Questa Memoria fu dall'autore scritta in francese, e dal medesimo recitata nell'Aprile del 1782 in una pubblica adunanza di una Società letteraria chiamata *Museo di Parigi*, di cui è presidente il Sig. COURT DE GIBELIN celebre per la sua opera *Le Monde Primitif*.

(*b*) Lettere sull'Aria infiammabile nativa delle paludi. Milano 1777.

Digitized by Google

mento cagionato dalle gallozzole d'aria che spiccate dal fondo venivano a crepare alla superficie dell'acqua, per far tosto sorgere una fiamma che spandeasi per una estensione considerabile lambendo l'acqua medesima. Questa fiamma era di colore azzurro, e continuava ad ardere così lambente e ondeggiante più o men tempo. Un fenomeno presso a poco eguale avea luogo sopra le terre impregnate d'aria infiammabile. Io sceglieva a tal oggetto un terreno fangoso confinante coll'acqua di uno stagno, un terreno che fosse anzi stato coperto lungo tempo dall'acqua medesima, e abbandonato da essa e rimasto in secco poco innanzi, cui andava colla mia canna foracchiando là ove era più molle e nericcio. A siffatti buchi accostando prontamente un zolfino acceso, la fiamma vi s'appiccava a un tratto, e parte vedeasi scendere fino a lambirne il fondo, parte lanciarsi in aria, massime ove io m'aggravassi col corpo, o battessi de' piedi sul terreno ad oggetto di spremerne l'aria infiammabile in maggior copia.

Dopo tali sperimenti e prove felici, consultando diverse descrizioni, che erano state date dei terreni ardenti, e particolarmente quella inserita nel Giornale di Fisica dell'Ab. ROZIER Tom. VI, Agosto 1775 pag. 224 intorno alla *Fontana ardente* del Delfinato (così chiamata impropriamente, poichè essa non è in niun modo una fontana, bensì un terreno ardente), vi riscontrai una perfetta conformità in tutto, salvo due sole circostanze: cioè, che cotal terreno non è stato di recente coperto dall'acqua; e che non è necessario di sconvolgerlo, o di scavarvi de' buchi col bastone per isprigionarne l'aria, la quale è tramandata spontaneamente da qualche ricettacolo sotterraneo, che quivi suppongo trovarsi. Per tutto il resto i fenomeni sono assolutamente i medesimi, e le circostanze son tali, ch'egli è impossibile il suppor ivi la presenza della nafta o petrolio, a cui si attribuivano comunemente le fiamme de' terreni, e delle fontane ardenti. Meno poi si potrebbe attribuire il fenomeno a qualsivoglia altro bitume. Non resta dunque che l'aria infiammabile, che produr possa tali apparenze; e l'Autore della descrizione citata ce lo dà egli medesimo a divedere assai chiaramente, e ci conduce a ravvisare tal aria nelle modificazioni, negli accidenti, e nei moti che ci dipinge di coteste fiamme, benchè non parli nè faccia pur cenno nel suo scritto di aria infiammabile, l'esistenza della quale, non che l'indole e la natura di essa, dobbiam credere che gli fosse ancora ignota. Se conosciuto avesse tal aria, non sarebbe ito a cercar altro: certo almeno non sarebbe ricorso ad una specie di *piroforo*, prodotto non sa neppur egli come. Il Sig. DI FONTENELLE paragonava questo terreno a un piccolo vulcano: senza fondamento però; giacchè alcun vestigio non vi si è potuto trovare.

In mezzo a tante insussistenti opinioni un antico Autore mi si presenta, il quale si è molto accostato alla verità. Questi è un certo DIEULAMANT ingegnere a Grenoble, che scriveva ha quasi un secolo, il quale attribuisce il feno-

Digitized by Google

meno a un vapore infiammabile che trapela dalla terra, dicendo di non aver trovato nulla nè sulla superficie, nè in seno alla terra medesima, che possa produrre e alimentare le fiamme. Il Sig. DI MONTIGNY in una Memoria manuscritta, di cui Mr. GUETTARD ci ha dato un estratto nelle sue opere, va più innanzi ancora: egli giunge perfino a dire, che il vapore infiammabile, il quale si fa strada attraverso il terreno di cui si tratta, è simile a quel vapore prodotto dalla dissoluzione del ferro nell'acido vitriolico, che s'accende coll'accostare la fiamma d'una candela alla bocca del vaso. Dal che si fa a congetturare che succeda qualche cosa di simile sotto il detto terreno, mercè l'azione dell'acido vitriolico sopra delle piriti ferruginose. Egli avrebbe toccato il segno, sostituendo solamente la parola *aria* o *gas* a quella di vapore: ma la differenza solenne tra i vapori propriamente detti e i fluidi aeriformi non era molto nota a quel tempo. Oltre di ciò tra le arie infiammabili medesime conveniva far distinzione, ed attaccarsi, anzichè all'aria infiammabile de' minerali, a quell'altra specie che si produce dalla macerazione e scomposizione delle sostanze vegetabili e animali: ma questa origine dell'aria infiammabile era allora sconosciuta affatto; e sol dopo la mia scoperta si può dire che si sia resa veramente palese (*a*).

Ho accennato che la così detta *Fontana ardente* del Delfinato non è altrimenti una fontana, ma un terreno ardente. Vi è però tutta l'apparenza che fosse in altri tempi ricoperto quel terreno dall'acqua, la di cui superficie gorgogliante prendeva fiamma all'accostarle qualsisia altra fiammella. Ciò rilevasi da quanto intorno a questo luogo ci riferiscono alcuni Autori antichi, tra gli altri S. Agostino, che non so dove ne parla. Molta probabilità ancora vi s'aggiunge dal vedere che esiste anche al dì d'oggi un ruscello che scorre vicino al luogo ove compajono le fiamme. Avremo occasione di far osservare quanto questa circostanza sia favorevole alla spiegazione ch'io pretendo di dare dei fenomeni di questo genere.

Non entrerò in più minuti dettagli, che poco servirebbero al proposito, contentandomi di avvertire chi li desiderasse, che questi unitamente alle opinioni degli autori si troveranno nella descrizione della Francia che sta componendo il Sig. Avvocato BEGUILLET, di cui la parte che risguarda il Delfinato è già sotto il torchio (*b*).

Molti fuochi di simil genere si trovano in Italia, che sono stati descritti da diversi. Quelli di *Pietra-mala*, luogo situato sull'alto degli Appennini tra Bologna e Firenze, sono i più celebri e i più conosciuti. Tralasciando tutte le

---

(*a*) Vegg. le citate *Lettere sull'Aria infiammabile nativa delle paludi*, singolarmente la Lett. V. pag. 64 [1] e la nota sotto.

(*b*) Era sotto il torchio quell'anno 1782, ora sarà uscita.

[1] *Corrispondente a pg. 58 del Volume sesto.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

altre descrizioni, potrei attenermi a quella che leggesi nell'opera conosciutissima del Sig. FERBER, tradotta in franzese e arricchita di belle note dal Sig. Barone DIETRICH corrispondente dell'Accademia R. delle Scienze di Parigi (*Lettres sur la Mineralogie d'Italie, et sur divers autres objets de l'Histoire naturelle de l'Italie. Traduites de l'allemand ecc. Strasbourg* 1776.); potrei, dico, attenermi a questa descrizione, come la migliore e la più recente, che tanto vi troverei molte apparenze non equivoche, anzi tutti i più certi indizj della mia aria infiammabile. Ma voglio più presto riportarmi a ciò che meco confessò l'istesso Baron DIETRICH poco tempo dopo: quando cioè ebbi la sorte d'incontrarmi con lui in Argentina al principio d'autunno dell'anno 1777. Avendo egli letto poco prima la mia operetta *sull'aria infiammabile nativa delle paludi*, nella quale, non che trovarsi enunciate tali mie idee sopra i terreni e le fontane ardenti, viene di più riportata la descrizione di alcuni fenomeni di questo genere (*a*), non sì tosto ebbe verificate le mie principali sperienze (al qual oggetto ci portammo egli ed io in compagnia d'altre dotte persone a raccorre dell'aria infiammabile da certi fossi, e facemmo altresì la prova d'infiammarla sul luogo, cioè a fior d'acqua), ch'egli convenne in tutto meco, e dichiarò apertamente che i fuochi di *Pietra-mala* da lui e visitati e descritti provenir doveano da simil fonte, cioè da aria infiammabile della stessa specie; che in questo senso or vorrebbe che fosse preso il *vapore sotterraneo* di cui parla, non già per un'esalazione di nafta o petrolio, riflettendo massimamente ch'egli per quanto si studiasse, non avea potuto rinvenire in quel terreno alcun indizio di bitume (*b*); che altri ve lo aveano bene immaginato e supposto, ma solo per non trovar essi altra via di spiegare il fenomeno; imperocchè coloro, i quali finsero a piacimento una specie di vulcano, andarono ancor più lontani, secondo che pensa il Sig. DIETRICH, dalla vera cagione: infatti niuna forma di cratere, niuna produzione vulcanica nel sito di cui si tratta.

Il suffragio del Baron DIETRICH mi fu, lo confesso, di un gran peso per confermarmi nell'opinione ch'io aveva sempre mantenuta dopo la mia sco-

---

(*a*) Vegg. Lett. II. pag. 20 [1] e segg. nelle note.

(*b*) « La terra bruna, di cui parlammo, è sparsa su tutta la circonferenza del focolare « di *Pietra-mala*. Parrebbe ch'ella contenesse qualche cosa di bituminoso; stantechè se colla « punta del bastone si smove dolcemente, e se ne tira fuori strisciando un pezzo dal circuito « ardente, le fiamme corrono appresso alla terra pel tratto di un piede circa. Ma dall'esperienza, « che ho fatto, sono persuaso che quest'effetto non proviene che da un resto di vapori contenuti « nella terra. Ho messo in una storta otto oncie di tal terra bruna; le ho dato un fuoco violen- « tissimo; la terra è divenuta grigia, s'è riunita in piccole masse, e s'è indurita; ho trovato nel « collo del recipiente un sospetto di sublimato acido, e nel fondo di esso un poco di flemma, che « sentiva decisivamente l'acido marino. Questa terra non è dunque punto bituminosa, e gli « effetti non son dovuti che ai vapori sotterranei che s'infiammano ». DIETRICH Op. cit. pag. 421.

[1] *Corrispondente a pg. 27 del Volume sesto.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

perta dell'aria infiammabile nativa. Ad ogni modo per quanto persuaso io fossi della natura dei fuochi di *Pietra-mala*, restavami tuttavia uno scrupolo, cioè che il piacere di far fare una bella comparsa alla mia aria infiammabile non forse mi seducesse; ond'è ch'io non era contento, finchè non mi riuscisse di averne prove incontestabili e dirette. Altronde quand'anche io non avessi più bisogno di queste prove per finir di soddisfare me medesimo sopra tal punto, le vedeva necessarie a convincere gli altri, quelli singolarmente, che attaccati di troppo ai loro antichi principj, e alle idee cui non possono risolversi di abbandonare, nemici dichiarati di ogni novità, non si arrendono che all'ultima evidenza. Mi proposi adunque di fare sul luogo le osservazioni proprie non solo ad iscoprire la presenza dell'aria infiammabile là dove trovasi il terreno ardente di *Pietra-mala*, in quella copia ch'è richiesta alla produzione de' fenomeni che vi s'osservano; ma ad accertare ben anche di tal aria il continuo sgorgo attraverso la terra, in un colle circostanze che lo promovono. Io intrapresi queste osservazioni verso la metà di Settembre del 1780 in occasione di un piccol viaggio che feci in Toscana; e vado ad esporle e sottometterle al giudizio del pubblico: esse sono in piccol numero, ma altrettanto, a mio credere, decisive.

Poco ho a dire dell'ispezione del locale, e delle prime apparenze del fenomeno. *Pietra-mala* è un piccol villaggio, che si truova alla più grande altezza della strada che mette da Bologna a Firenze. Alla distanza di poco più d'un mezzo miglio al disotto del villaggio sul pendìo del monte evvi un terreno, come un picciol campo, il quale mirato anche da lungi vedesi coperto da fiamme, che sorgono all'altezza d'alcuni piedi, fiamme leggere, ondeggianti, e di color ceruleo la notte, come s'accordano tutti a riferire gli abitanti di quelle vicinanze: in tempo di chiaro giorno queste fiamme non si scorgono che assai dappresso, e appajono assai tenui e rossigne. Nel che può ravvisarsi di già una perfetta somiglianza colla fiamma della mia aria infiammabile nativa delle paludi. Quando io mi trasferj sul luogo il giorno era così chiaro, e il terreno illuminato del Sole, che punto quasi non si vedeano le fiamme: il calore quello era piuttosto che ne avvertiva all'accostarvisi che un faceva. Io mi trovava insieme a due miei compagni di viaggio (*a*) e un paesano per guida, il quale rimarcar ci faceva ognuna di tali vampe, mediante il gettare qua e là ne' luoghi particolarmente infiammati, che sono come altrettanti focolari distinti un dall'altro, de' fascetti di paglia, che vi prendean fuoco all'istante. Del rimanente essendo noi molto curiosi, e non lasciando di tentare e frugare per ogni dove, non andò guari che tutti avemmo fissati questi falò, o getti di fiamme distinti, quali più e quali men grandi, che non erano

(*a*) Il Sig. Marchese TORELLI, Patrizio Pavese Cavaliere di S. Stefano di Toscana, e il Sig. Ab. Don GIUSEPPE RE, Assistente al gabinetto di Fisica della R. I. Università di Pavia.

Digitized by Google

poi assolutamente invisibili; perocchè se in qualche sito ci avvenne di abbruciar prima un poco le scarpe che ci accorgessimo della fiamma ivi esistente, questa in appresso, ponendovi occhio più attento, non ci sfuggiva. Cotali fiamme sono qua e là sparse e disseminate per l'estensione di poche tese d'un terreno che resta scoperto, piuttosto leggero ed arido, e un po' sassoso; ed occupano segnatamente i luoghi, dove questo si trova visibilmente più raro e secco. Talvolta cambian di luogo, ma più sovente di volume, quando in larghezza, e quando in altezza; qui guadagnan terreno, e si riuniscono più fiamme insieme, là si ritirano e si disgiungono: si può anzi sopprimerne alcune, ed ingrandirne altre a talento. Altro non vi vuole per fare sparire le più piccole, che un forte soffio; e per quelle che sono più larghe, basta versarvi tanto d'acqua, che ne ricopra tutta l'estensione; oppure accumular ivi della terra, e rincalzarla e comprimerla tanto, che più non dia facile passaggio all'aria infiammabile ch'è sotto. Quest'aria allora risospinta sorte in maggior copia dagli altri pertugi vicini, ond'è che da questi come focolari si levan le fiamme più alto: insomma a misura che si sopprimon alcuni de' getti, crescono in forza gli altri. Io mi trattenni lungo tempo a ripetere e variare tali prove, prendendomi soprattutto piacere di far salire le fiamme più alto a varie riprese, mediante il battere de' piedi, e l'aggravarmi sul terreno attorno ad alcuno di tali getti; parendomi che questo solo bastar potesse a render sensibile l'esistenza di quel serbatojo d'aria infiammabile, che quivi ho supposto; la qual aria se dalle interne cavità già si fa strada da sè, e trapela spontaneamente per il terren poroso, è ben naturale che sgorghi assai più copiosamente sopravvenendo quell'esterna pressione, che ajuta a spremernela fuore: non altrimenti che noi la spremiamo nelle nostre sperienze da una vescica o da un otre riempiutone, giusto per offrire lo spettacolo di simili getti di fiamma.

Non voglio lasciare di far osservare, per compiere in tutte le sue parti il parallelo tra l'aria infiammabile e le fiamme di *Pietra-mala*, che ogni qual volta una di queste fiamme, essendosi per qualsivoglia maniera spenta del tutto, viene a riaccendersi, ciò non fa mai senza quella specie di esplosione, che accompagna l'accendimento dell'aria nostra infiammabile, e che è tutta propria di lei. Questa circostanza, di cui ha fatto caso il Barone DIETRICH, avrebbe dovuto fin d'allora fargli sovvenire dell'aria infiammabile. « Le pioggie « e le nevi, dic'egli, non impediscono tali fiamme di bruciare; solamente dei « gran colpi di vento sono capaci di spegnerle; però per un momento. Se si « coglie quest'istante per accostarvi un corpo ardente, le fiamme ricompajono « *con una spezie d'esplosione*, e si comunicano a tutta la circonferenza, come « ad una striscia di polvere ». (Op. cit. pag. 420.).

Si avrà forse difficoltà a persuadersi, che esista sotto questo terreno una provvisione d'aria infiammabile così grande, da poter somministrare alimento perenne all'ardere di tante fiamme. Ma se vogliam supporre che si trovasse

Digitized by Google

altre volte in quel luogo una gran palude, la quale sia rimasta in seguito di tempo sepolta, per uno di quelli accidenti che è facile immaginarsi (*a*), sarà anche facile intendere come le sostanze vegetabili e animali continuando a decomporsi vi abbian colà entro lasciato il prodotto della lor aria infiammabile, la quale, ritenuta in quella sotterranea prigione, da cui esala sol poco a poco trapelando dal terreno, non sia per anco tutta consumata: se si suppone, ciò che è ancora più verisimile, che una quantità di materie putrescenti venga continuamente condotta in quella vasta cavità sotterranea (che in ogni conto dobbiam ammettere che vi sia) da alcuni ruscelli d'acqua carichi di spoglie vegetabili ed animali, i quali vi scolino come in una fogna, niente più vi mancherà per la formazione di quel magazzino d'aria infiammabile, ampio, inesausto, di cui abbiam bisogno. Del resto l'aria infiammabile potrebbe eziandio venir fornita da qualcuna di quelle mine, che ne abbondano, come son le mine di carbon fossile. Ma io amo meglio di credere, che quest'aria sia della stessa specie che ho scoperto ne' fondi delle acque stagnanti e sporche, per la ragione primieramente che cotesta è più comune, e si produce in molto maggior quantità dell'altre, e dappertutto; in secondo luogo perchè la maniera di ardere della nostr'aria infiammabile paludosa è simile in tutto a quella delle fiamme di *Pietra-mala.*

Se non che qual bisogno abbiamo di ricorrere a supposizioni per concepire la possibilità di questa grande raccolta d'aria infiammabile sotterra ne' contorni di *Pietra-mala*, quando l'esistenza sua ci viene provata, e resa palpabile da una quantità prodigiosa di bolle di cotest'aria che scappano attraverso l'acqua di una fontana la qual si truova a picciola distanza dal terreno ardente (*b*)? Si può facilmente raccogliere di tal aria, che cagiona un grande ribollimento nell'acqua per molte gallozzole, che vengono a rompersi alla sua superficie, adattando un imbuto al collo d'una caraffa rivolta colla bocca nell'acqua, e piena ella stessa di acqua; come ho insegnato per cavare l'aria infiammabile dei fossi (*c*): si può, dico, raccogliere dell'aria di quella fontana, trasportarla entro a bottiglie convenientemente turate, ed abbruciarla poi a bell'agio quando un vuole; e si può, se più piace, infiammarla sulla superficie

---

(*a*) Favorisce non poco questa supposizione ciò che dice il Sig. FERBER. « Il sito, da cui « le fiamme di *Pietra-mala* sortono, è coperto di terra, e di pietre staccate talcose, argillose, « e marnose, come se vi fosse succeduta una sovversione violenta ». Op. cit. pag. 421. e segg.

(*b*) « Rimontando un poco la montagna, e sul medesimo pendìo si vede un altro pezzo « di terreno ardente più grande e più esteso che il primo. Più in su, all'estremità della valle vi « ha un piccolo stagno, chiamato *Acqua buja*; le di cui acque, ancorchè fredde, sembrano bol- « lire costantemente ». FERBER p. 123, il quale suppone anche qui del petrolio, e non sospetta neppure l'aria infiammabile, che si vede e si tocca.

(*c*) Lett. sull'Aria infiam. ecc.

Digitized by Google

medesima dell'acqua (*a*), onde sgorga: ciò che ne fa una vera *fontana ardente*. Or poichè da questa fontana non corre che un picciolo tratto al terreno ardente, pare che non vi sia, nè esser vi possa alcun ragionevole dubbio intorno all'identità del fenomeno. Nulla di meno passiamo più innanzi, e cerchiamo delle prove più dirette e concludenti.

Ad oggetto di rendere sensibile il da me supposto sgorgo di aria infiammabile dal terreno in questione, m'avvisai di spargere delle pagliuzze ed altri corpi leggeri là dove la terra mi parea più leggiera e sollevata, segnatamente in que' luoghi da cui aveva un momento prima a bella posta spazzata via con forte soffio la fiamma: con che ebbi la soddisfazione di vedere che coteste paglie ed altri minuzzoli venivano commossi, e fatti saltellare dal soffio d'aria (e da che altro mai?) che trapelava dal terreno. Non mi restava più per compimento di prova, che di raccogliere di quest'aria medesima, e vedere se era veramente infiammabile, al par di quell'altra che scappa in forma di bolle dalla vicina fontana, di cui s'è parlato poc'anzi. A questo fine feci scavare delle fossatelle ne' luoghi precisamente occupati da fiamme, e ricolmate quelle d'acqua, con che veniva (com'è naturale) soffocata la fiamma; si videro, com'io l'aveva predetto, salire dal fondo a galla dell'acqua copiose bolle d'aria; le quali per rendere più grosse e più frequenti, mi misi a frugare col bastone sott'acqua sommovendo la terra, intanto che per raccogliere di tal aria teneva rivolta colla bocca nell'acqua una bottiglia piena d'acqua con adattato al modo solito l'imbuto. Con simile artificio mi riuscì di trasportare una quantità sufficiente di cotest'aria al nostro albergo di *Pietra-mala*, dove feci la prova d'infiammarla in presenza di quelle stesse persone, che erano state meco sul luogo, che mi avevano ajutato a raccoglierla, e che avevano assistito alle altre sperienze. La fiamma di quest'aria si mostrò azzurra e lambente, tutt'affatto simile a quella dell'aria infiammabile delle paludi, e della fontana, di cui abbiamo parlato.

Non si può dunque a meno di riconoscere nel fenomeno di *Pietra-mala* un'aria infiammabile, che già bella e formata si contiene in un vasto ricettacolo sotterraneo, da cui esce continuamente, facendosi passaggio per alcune crepacce, e pertugi invisibili, ossia attraverso la terra medesima rara e porosa. Tutt'al più vi si potrebbe associare un'altra causa, e attribuire una parte solamente del fenomeno all'aria infiammabile, la di cui esistenza in quel luogo è ora dimostrata, e un'altra parte al supposto petrolio, o ad altra sorta di bitume; ma bisognerebbe bene essere innamorato morto di questo petrolio o bitume, per volerlo a tutti i patti tirar in campo, quando non è mai stato

(*a*) È dunque l'aria infiammabile a cui si dà fuoco, e che leva fiamma sulla superficie di quell'acqua, un'aria infiammabile che ognuno può raccogliere; non è il sognato petrolio, che nè si scorge, nè alcuno ha raccolto mai in quel sito.

Digitized by Google

possibile di scoprirvelo, e che altronde non v'è bisogno alcuno di questo soccorso. No, lo ripeto, non v'è il minimo indizio di bitume, nè fluido nè concreto, sparso sopra il nostro terreno ardente: una terra arida, buona parte nericcia, mista a sassi piccioli e grandi, e pochi rimasugli di vegetabili sparsi sulla superficie, ecco tutto quello che vi si ritrova. Si è fatto caso da alcuni dell'odore di questa terra nericcia, che avean raccolto per esaminarla; ma è facile riconoscere che non è altro che un odore empireumatico, che ha contratto essa terra arrostita dalla fiamma ivi esistente; come succederebbe d'ogni terra, che si sottoponesse alla medesima abbruciatura, salvo che fosse del tutto magra e sabbiosa. Nè maggior caso vuol farsi di quell'odore, che, al dir di taluno, dal luogo di quelle fiamme si spande intorno. Il Sig. DIETRICH nel passo sopraccitato dopo aver detto che per prova ha trovato che quella terra *non è punto bituminosa*, soggiunge « si dee presumere, che l'odor grato ma leggero, che si sente quando « si è sotto il vento delle fiamme di *Pietra-mala*, che alcuni han preso per un « odore elettrico, ed altri per quello del belzuino, e che io non ho potuto deter« minare sul luogo, non è altro che quello dell'acido marino, la di cui presenza « è provata dalla mia sperienza ». Io crederei che fosse l'odore stesso dell'aria infiammabile, che quando abbrugia è leggere e non ingrato, alterato, se si vuole, dai vapori di detto acido marino, o d'altre sostanze volatili che per avventura vi s'incontrino. Chechè ne sia di tali circostanze puramente accidentali, quando le circostanze più essenziali che accompagnano il fenomeno dei terreni ardenti, i sintomi principali di questi fuochi convengono interamente con quel che ci offre l'aria infiammabile nativa, quando insomma la rassomiglianza è perfetta quanto mai può essere, costretti noi già a ravvisare nell'identità degli effetti l'identità della causa, dobbiamo di questa sola essere contenti, senza andar a cercare altre cause concomitanti superflue non che immaginarie.

Tra questi sintomi uno ve n'ha, ch'io non ho ancora indicato, tanto più rimarcabile, quantochè stando al mio supposto riceve una spiegazione tutta facile e naturale; e all'incontro non può averla che difficilissima e forzata in ogni altra supposizione. Parlo delle vicende, a cui vanno sottoposte per le pioggie e la siccità le fiamme di *Pietra-mala*, e in generale quelle di tutti i terreni e fontane ardenti. I pratici di que' luoghi ci assicurano, che queste fiamme crescono di molto colle pioggie. Or non si sa comprendere in qual maniera le pioggie potrebbero aumentare il bitume o il petrolio alla superficie di questi terreni; meno poi come potrebber favorire la combustione, e l'alzata delle fiamme: pare anzi più naturale che dovessero portarsi via tali materie, diluirle, e lavarne il terreno. All'incontro attenendoci alla nostra spiegazione, ben si vede che queste pioggie medesime possono, anzi devono per via dello scolo delle lor acque nelle cavità sotterranee, ove io pongo il serbatojo dell'aria infiammabile, aumentare l'emissione di cotest'aria attra-

Digitized by Google

verso gli screpoli e la porosità del terreno. Per conseguenza quanto più copiosi saranno gli scoli d'acqua che penetrano là dentro, tanto maggior quantità di aria verrà costretta a dar luogo, e scappar fuora per le dette strade. Un'immagine noi abbiamo di ciò nella mia *lucerna ad aria infiammabile* (*a*); perocchè a misura che si apre di più la chiave o robinet, per lasciar cadere un più grosso filo d'acqua dal recipiente superiore nell'inferiore pieno d'aria infiammabile, la fiamma, che esce dal [2] tubetto adattatovi, si fa più grande ed alta.

Terminerò questa Memoria con una breve descrizione d'un apparecchio, ch'io ho immaginato per reiterare simili sperienze a piacimento; poco parendomi l'esempio proposto della lucerna ad aria infiammabile, se non giungeva a rappresentare in altro modo, e con più perfetta imitazione le fiamme dei terreni ardenti. Ho dunque costrutta una grande cassa, che riempio d'aria infiammabile. Nella parte superiore, ossia coperchio, son praticati qua e là de' piccioli fori, e in qualche luogo sonovi dell'aperture più larghe con sopra fili di ferro incrocicchiati o ramatine adattate: il tutto però è ricoperto da grossa sabbia, pietruzze, festuche ecc. con a luogo a luogo dell'erba; per dargli così l'apparenza di un terreno naturale. Le cose in tal modo disposte, io verso dell'acqua con un innaffiatojo (per imitare così anche la pioggia) sopra un luogo di questo artificiale terreno, ove ho accomodato un canale che mette nell'interno del recipiente. Tosto che questo comincia a ricever acqua, l'aria infiammabile costretta a dar luogo scappa dai piccoli fori, e attraverso la sabbia e i mucchj di pietruzze onde son ricoperti: allora gettandovi un zolfino acceso, si alza una bella fiamma cerulea, che cresce o decresce a misura che la pioggia e i rivoletti che scorrono sono più abbondanti e portan più acqua nell'interno. Talvolta la fiamma si tien così bassa, che rimane nascosta tra i piccioli sassi, e negl'interstizj della sabbia, talmente che si terrebbe per estinta; ma questa fiamma che ci cova sotto è pronta a sorger alta e farsi vedere, tostochè si versi novella acqua e ne scorra pel canale nel ricettacolo in copia sufficiente. Non voglio lasciar di dire, che si possono ripetere sopra

(*a*) È stato stampato a Strasburgo un opuscoletto col titolo *Description et usage de quelques lampes à air inflammable* 1780, dove l'autore, che è il Professore EHRMANN, attribuisce l'invenzione al Sig. FÜRSTENBERGER di Basilea; quando il vero si è, che avendo io il primo immaginato e costrutto più d'una di tali lucerne, e ridottele a segno di servire d'*accendi-lume* fin dalla primavera del 1777 [1], poco dopo cioè l'altra mia invenzione della *pistola ad aria infiammabile*, ne aveva mostrata l'idea nell'autunno seguente all'istesso Sig. FÜRSTENBERGER non solo, ma al Sig. BARBIER di Strasburgo, e a diversi altri in occasione d'un viaggio che feci. Non parlo di que' molti, a cui avevo mostrato tal macchina a Como e a Milano. Nel 1779 poi epoca anteriore ancora d'un anno alla pubblicazione dell'operetta del Sig. EHRMANN, ebbi occasione di mandare una di queste lucerne o accendi-lume a Firenze per Mylord principe di COWPER, a cui l'aveva già da un pezzo promessa.

[1] *Vedasi il N.* CXXVI *di questo Volume.* [*Nota della Comm.*].

[2] *Così nel Mns., mentre nelle fonti stampate trovasi:* « *del* ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

questo terreno ardente artificiale tutte le sperienze, che ho fatte sopra il terreno ardente naturale di *Pietra-mala*: si può sopprimere questa o quella fiamma, impedendo l'uscita all'aria infiammabile, o col bagnare e comprimere la terra in quel tal sito, o in altra maniera: si può, formandovi delle fossette e colmandole d'acqua, far nascere e il ribollimento di essa per le gallozzole di aria che vengono a galla, e gli altri fenomeni delle vere fontane ardenti ecc.

Ecco come sono riuscito a rappresentare le più comuni apparenze e gli accidenti delle fontane e dei terreni ardenti, seguendo le idee, che fin dapprincipio mi era formato dell'origine e natura di tai fuochi. Una sì perfetta rassomiglianza non dovrebbe lasciar luogo ad alcun dubbio, quand'anche non vi fossero tutte le prove dirette, che dimostrano l'esistenza dell'aria infiammabile stanziante sotto il terreno di *Pietra-mala*, e il continuo sgorgo ce ne fan vedere, e rendono per ogni maniera palpabile. E che si ricerca di più per una piena convinzione? Posso dunque dire di aver bene accertata l'origine di un fenomeno bello e singolare, e di aver assegnata giustamente una delle parti all'aria infiammabile nativa sulla superficie della terra. Chi sa che un giorno non si verifichino anche le altre idee ch'io ho avventurate nelle mie Lettere sull'aria infiammabile (*a*), riguardo all'influsso e giuoco che può avere tal aria al di sopra della terra nelle differenti regioni dell'atmosfera, concorrendo coll'elettricità alle meteore ignee? Queste idee non sarà inutile l'averle arrischiate, se serviranno almeno a portar più lungi le osservazioni e le sperienze.

(*a*) Lett. IV, e V.

Digitized by Google

Digitized by Google

CXXIII.

APPENDICE

ALLA MEMORIA
SOPRA I FUOCHI DE' TERRENI E DELLE FONTANE ARDENTI
DEL SIG. DON ALESSANDRO VOLTA
PROFESSORE DI FISICA SPERIMENTALE NELL'UNIVERSITÀ DI PAVIA
OVE PARLASI PARTICOLARMENTE DI QUELLI DI VELLEJA.

1784.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Am. Op. Sc. T. VII, 1784, pg. 398. Mem. Ver. T. II, P. II, 1784, pg. 900. Ant. Coll. T. III, pg. 291.	Cart. Volt. K 3.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Am. Op. Sc.
DATA: da Am. Op. Sc.

K 3: è una prima minuta autografa incompleta dell'Appendice, che in parte trovasi pubblicata in Mem. Ver. T. II, P. II, 1784, mentre compare per intero in Am. Op. Sc. T. VII, 1784, ed in Ant. Coll. T. III.

Digitized by Google

Digitized by Google

Am. Op. Sc. T. VII, 1784, *pg.* 398.

APPENDICE ALLA MEMORIA SOPRA I FUOCHI DE' TERRENI E DELLE FONTANE ARDENTI OVE PARLASI PARTICOLARMENTE DI QUELLI DI VELLEJA.

Ho avuto occasione in un giro da me fatto lo scorso Maggio in compagnia d'altre dotte persone, e delle naturali cose singolarmente studiose (*a*), di osservare le fiamme d'un altro terreno ardente; le quali ho riconosciuto essere dell'istessa natura delle già descritte di *Pietra-mala*, e subire le stesse vicende: cioè null'altro essere, che aria infiammabile sorgente copiosamente in alto attraverso una terra secca, e screpolata, sprovveduta di qualsisia bitume. Questo terreno ardente si trova alcune centinaja di passi solamente lontano dalla famosa città di *Velleja* già da molti secoli sepolta, e scopertasi ha pochi anni nelle montagne del Piacentino (*b*). Siccome a quello di *Pietra-mala*, così pure a questo di *Velleja* si dà nome molto impropriamente di vulcano: ciò che potrebbe farlo incolpare dell'eccidio di cotesta antica nobile città. È però da osservarsi riguardo al primo, che non v'ha in tal luogo il minimo vestigio di eruzione, nè alcuna produzione vulcanica vi s'incontra; e riguardo alle rovine, la semplice ispezione locale ne mostra che un pezzo di montagna argillosa, come son tutte quelle che ivi sovrastano, soggette a smottare, lasciatasi

(*a*) Il Sig. marchese POMPEO CUSANI, Cavaliere nella sua fresca età ricco di cognizioni d'ogni genere; il Sig. Abate Don CARLO AMORETTI, Secretario della Sòcietà Patriotica di Milano; e il Sig. Canonico Don GIO. SERAFINO VOLTA, Custode del Museo di Storia Naturale della R. I. Università di Pavia [1].

(*b*) Del 1757 vi è stata trovata a caso la celebre *Tavola Trajana*; e negli anni susseguenti furono intrapresi gli scavi, che hanno scoperto buona parte della Città, un circo ec.

[1] *Per la descrizione di questo viaggio, vedasi la relazione fatta dall'Ab. Don Carlo Amoretti in Am. Op. Sc. T.* VIII, 1785, *pg.* 59. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

giù d'improvviso, oppur anche successivamente, ha riempiuto di terra e coperto la città in un colle vicinanze. Simili frane o scoscendimenti di terra sono frequentissimi in tutta quella catena di montagne argillose o margacee, e chiamansi dagli abitanti *libie* o *lavine*. Se ne veggono qua e là di recenti, e vestigi ne rimangon dappertutto. Ci fu anzi mostrato un luogo distante men di due miglia da Velleja medesima, dove rimaser sepolte, non son che tre o quattr'anni, alcune case. Or sul luogo propriamente della città anch'essa sepolta trovasi un ampio rialzo di terreno, che non siegue l'andamento dell'altre montagne, ma è gettato di traverso, e che dechina verso un torrente chiamato *Chero*. Il sito delle fiamme trovasi verso il fine di questa china, direttamente sotto Velleja, e assai vicino al nominato torrente.

Non posso a meno di far qui una riflessione. Parlando dei fuochi di *Pietramala* affatto simili a questi, e convenendo aver ricorso a qualche supposizione per intendere come tant'aria infiammabile potesse colà trovarsi raccolta in vaste cavità sotterranee, quanta se ne ricerca per somministrar l'alimento continuo a tali fiamme, la prima idea che mi venne alla mente, e che proposi per la prima, fu quella di una palude e di un ammasso qualunque di sostanze vegetabili od animali, rimasto sepolto per una di quelle rivoluzioni, che è facile, io dicea, d'immaginare: il disfacimento delle quali sostanze sepolte sappiamo qual prodigiosa quantità d'aria infiammabile produce. Or qui per il terreno ardente di Velleja una tal rivoluzione non ho bisogno di proporla indovinando, non è supposizione o congettura, ma fatto certo, di cui esiste un monumento pur troppo parlante.

Eran due i luoghi, da cui s'alzavan le fiamme, e fiamme ben alte e veementi, quando noi li visitammo; un vicinissimo al torrente, l'altro alcuni passi più in su; quello piuttosto ristretto, questo considerabilmente più ampio. Ci disser le persone che seguivano accompagnandoci, tralle quali il Parroco del luogo, uomo di molta intelligenza nè ignaro di Fisica, che non sempre ardono ambedue, sendo soggetti a spegnersi, singolarmente il più picciolo; ma che si riaccendon tosto al gettarvi sopra un solfanello, un mazzetto di paglia, o qualsivoglia altro corpo acceso; che il vento piuttosto che la pioggia li spegne; che questa anzi d'ordinario fa sorger le fiamme più alte; finalmente che il più picciolo di quei terreni ardenti, che è più abbasso, rimane soventi volte coperto d'acqua; e che allora sorgon da essa copiosissimi gorgogli, che la fan tutta ribollire, sebben si senta fredda tuffandovi la mano, come ogn'altr'acqua. Tali gorgogli, ci diceva il nostro bravo Curato, sono gorgogli d'aria, che si può con un cerino infiammare a pelo dell'acqua medesima, e si può anche raccoglierla in vesciche per mezzo d'un imbuto, com'egli asseriva aver praticato più d'una volta, ed accenderla quindi a bell'agio spingendola contro la fiamma di una candela. Tanta è la copia, soggiungeva, di quest'aria che scappa fuori dall'acqua, ch'io vorrei provarmi a riempirne un pallone aerostatico, se l'avessi, sicuro di riuscirvi in poco d'ora.

Digitized by Google

Troppo ci avean detto, perchè dubbio più rimaner potesse intorno alla natura di questi fuochi. Ma anche prima di tal relazione da quel poco ch'io aveva sentito raccontarne in confuso, e dall'esempio di quelli di *Pietra-mala*, era più che persuaso che procedevano anche questi da null'altro che da aria infiammabile, cui per raccogliere aveva portato meco da Pavia e boccie e imbuti. Aveva anzi di più prevenuto i compagni di ciò che avremmo sicuramente veduto; un de' quali pareva tuttavia più inclinato a credere, che tali fiamme traessero il loro alimento immediatamente o mediatamente almeno da qualche vena di petrolio, tantochè si prometteva quasi di poter raccoglierne in sostanza, o di ricavare almeno della terra pregna di simil bitume.

La prima cosa che proposi di fare, dopo ch'avemmo data un'occhiata alle fiamme, e veduto che eran rossigne (tali appariano per lo splendor vivissimo del sole che vi dava addosso), senza fumo o fuliggine sensibile, e che tramandavano appena un leggerissimo odore, il quale non si potea neppur dire oleoso, la prima cosa, dico, che fu proposta e fatta ad oggetto di verificare le mie idee, è stata quella di allagare uno dei terreni ardenti. Si scelse per ciò fare più comodamente e più presto il men grande; si cavò alquanto di terra; e vi si versarono alcuni secchi d'acqua. Questo bastò ad estinguere le fiamme in tutto il sito allagato; ma non a togliere l'eruzione spontanea copiosa dell'aria, la quale salendo attraverso l'acqua medesima in grossi e frequenti gorgogli ribollir la faceva in varj siti. Allora io feci vedere a tutti, come accostando un candelino acceso alle bolle che si presentavano a galla dell'acqua, tutte vi prendean fiamma. Questa fiamma non durava, è vero, nè si estendeva su tutta la superficie dell'acqua, come avviene in altre fontane ardenti, e come succede talora anche quivi, per la ragione ch'erano i gorgogli, sebben copiosi, come s'è detto, troppo ancora distanti un dall'altro, e che varj soffrivano delle interruzioni o pause: e ciò nasceva da che al primo inzupparsi del terreno, molti screpoli e fessure avean dovuto chiudersi, ond'era l'aria, sgorgante prima in piena copia, rattenuta ora in gran parte. Il trovarsi per tal modo chiuse o ingorgate sul fondo del nostro laghetto molte vie all'aria, faceva che tutt'intorno sul labbro ancor secco o appena tocco dall'acqua uscisse essa con maggior impeto, e fischiando. Intanto noi facevam versare nuov'acqua, onde soffocare in parte anche questi getti, tantochè allagato più ampiamente il terreno, non avea ormai più l'aria altra strada che quella di uscir su pel terren bagnato e attraversar l'acqua. Infatti andavan mano mano crescendo i gorgogli in vigore e in frequenza, e per qualche larga via apertasi infine stabilmente sul fondo eran già divenuti parecchi non più interrotti e vaganti, ma continui e permanenti. Di maniera che non v'ha dubbio, che durando più lungo tempo a covarvi sopra l'acqua, veduto avremmo sortirne le bolle d'aria in quella strabocchevole copia, che al riferire del nostro valente Parroco vi si osserva negli allagamenti portativi talora dalle pioggie; e avremmo

Digitized by Google

potuto diffondere col candelino la fiamma su tutta o quasi tutta la superficie dell'acqua. Ma se non era così copiosa l'uscita spontanea dell'aria da dare questo bello spettacolo, lo era abbastanza perchè potessimo riempirne a talento, siccome fu fatto, le nostre boccie: una delle quali feci vedere ad accenderla un'ora dopo, essendo di là partiti; le altre ben custodite me le recai a Pavia ad oggetto di esaminar quell'aria a più bell'agio, e con maggior attenzione. Avrei desiderato per compimento, e per dare un bello spettacolo sul luogo, di avere un imbuto di ferro assai largo con canna stretta ed alta; perchè coprendo con questo le fiamme del terreno ancora asciutto, ciò che spente le avrebbe, avrei messo fuoco col candellino all'aria sulla cima del cannello, da cui uscendo essa affollata con impeto, formato avrebbe un altissimo e vaghissimo getto di fiamma.

Quello de' compagni, cui le sperienze mie comunque decisive non finivan di appagare, perchè prevenuto per il suo petrolio, faceva intanto scavare d'attorno, e incontrata una terra nericcia, credette aver trovato quel che cercava, e senza neppur esitare, ci mostrò detta terra come pregna di un tal bitume. L'odore già era per lui di vero petrolio, agli altri sembrava pure che annunciasse qualche cosa di simile; a me pareva, e non pareva. Si ebbe dunque cura di raccogliere varj pezzi di questa terra nera d'attorno all'un sito e all'altro dove ardevan le fiamme, e a diversa profondità, per quindi analizzarla. Ma quale sorpresa poi quando fu trovato, che gettata sui vivi carboni punto non metteva fiamma? E come rimase più sorpreso ancora il nostro Mineralogo, quando sottoposta avendola alla distillazione, presenti noi tutti che fummo compagni nel viaggio, non passò neppur una goccia di olio? Ecco quali furono i prodotti di 6 oncie di tal terra: 1.° dan. 4 ½ di acqua limpida con un odore accostantesi a quello dell'acido marino; 2.° dan. 7 di acqua simile con un poco di odore empireumatico: nè l'una nè l'altra fece effervescenza cogli acidi; 3.° dan. 2 di flemma gialliccia con odore empireumatico più forte: effervescenza cogli acidi; 4.° ½ dan. di spirito volatile acquoso ed empireumatico: effervescenza più forte; 5.° rimasero in fine nella storta oncie 4 dan. 17 di terra nera abbruciata solubile in parte nell'acqua forte. Vi furono 17 dan. di perdita, non essendosi raccolti i prodotti aeriformi, che debbono essere stati in parte aria fissa, e in parte aria infiammabile. È notabile, che prodotti poco dissimili ebbe il Sig. Baron DIETRICH dalla terra nera da lui raccolta intorno ai fuochi di *Pietra-mala* (*a*); e già io credo che non molto diversi si ottengano da ogni terra grassa.

Poniamo ora il caso che quella nostra terra di *Velleja* avesse realmente fornito del petrolio, in vece che non ne ha dato nè punto nè poco, certo i suoi fautori, i sostenitori dell'antica comune sentenza avrebber menato festa,

(*a*) *Lettres sur la Mineralogie ec.* pag. 421.

Digitized by Google

avrebbero se non relegata del tutto la mia aria infiammabile, poichè la fo vedere e toccare, lasciata almeno in disparte, poco o nulla concesso avrebbero a quella, e tutto al diletto loro bitume: senza forse cercare se tale terra ne conteneva abbastanza per somministrar l'alimento alle fiamme di cui si tratta; senza troppo badare se dette fiamme rassomiglino a quelle del petrolio, o piuttosto a quelle della mia aria infiammabile. Io però avrei fatto loro rimarcare, che nel luogo medesimo ove ardon le fiamme, non si trova neppure la detta terra nera, bensì una terra arida e secca mezzo calcinata; che quelle fiamme non dan fumo nè fuliggine sensibile, e quasi nulla di odore, quando all'incontro il petrolio, siccome ogn'altro bitume, produce fiamma molto fuligginosa e fetente. Dovendo pertanto convenire che non può essere il petrolio in sostanza che bruci a fior di terra, o entro la medesima, sarebber ricorsi ai vapori di esso provenienti da maggiore profondità. Ma è forse il petrolio volatile come gli olj essenziali delle piante? Anzi no. E poi: o questi vapori sono condensabili, e rimaner dovrebbero nell'acqua quando vien allagato il terreno [1] che li tramanda, e soprannotarvi offerendoci uno strato di petrolio, il che non si osserva; o non sono condensabili, ma permanentemente elastici, tal che scappano dall'acqua in forma di gallozzole, che è quello che si osserva di fatto; ed ecco, ripiglio, un vero fluido aeriforme, ecco la mia aria infiammabile. E che m'importa in fondo, quando è provato che ivi esiste, e che dessa è che arde, d'onde provenga? Io stesso non ho io attribuito sempre l'origine dell'aria infiammabile, che chiamo nativa, alla lenta decomposizione delle sostanze vegetabili ed animali, di que' corpi insomma da' quali anche per distillazione si ricava una simile aria (*a*)? Tra questi corpi son certamente gli olj e i bitumi. Che anzi opino essere appunto la parte oleosa delle anzidette sostanze vegetabili ed animali o la sola o la principale che fornisce, tanto col processo naturale quanto coll'artificiale, l'aria di cui si tratta. Non escludo io dunque il petrolio: esso, come gli altri olj, come ogn'altra sostanza infiammabile, può decomponendosi produrre aria infiammabile; e quando quella, che si trova in quantità strabocchevole sotto i terreni ardenti di Pietra-mala, e sotto quelli di Velleja, di che non v'è più luogo a dubitare, fosse così prodotta, vorrebbe dirsi per questo che è petrolio quel che ivi arde e fiammeggia? A questa maniera quando io accendo l'aria che proviene da uno stagno, sul cui fondo trovansi legni ed erbe infradiciate che l'han prodotta, potreste dire che sono i legni e l'erbe che dan la fiamma che vi fo vedere; ma chi ha sano senso, chi non ama la confusione, distinguerà l'ardere immediato di tali corpi, e l'ardere dell'aria infiammabile già estratta da essi e raccolta a parte.

(*a*) Veggansi le mie *Lettere sull'aria infiammabile nativa delle paludi*, e le note all'articolo *Aria infiammabile* nel Dizionario di Chimica del Sig. MACQUER, tradotto dal Sig. SCOPOLI.

[1] *A questo punto termina K* 3. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Così avrei incalzato questionando i partigiani del petrolio, se fosse loro riuscito d'incontrarlo ne' luoghi de' terreni ardenti, o lì presso; ma dubito che si fossero ancora arresi, tanto può una preconcetta opinione! Ora però che per quanto si sia cercato non se n'è rinvenuto punto nè poco, è finita ogni quistione, e la causa della mia aria infiammabile, che mi si dà vinta dal compagno ormai convertito, dovrà finalmente trionfare di quanti aderenti possano ancora trovarsi all'antica opinione.

Ho detto ch'io mi proponeva di esaminare più attentamente ritornato a casa l'aria infiammabile raccolta sopra il terreno ardente di Velleja: or fia pregio dell'opera il qui esporre brevemente quello che ho trovato. Quest'aria dunque arde con una fiamma lambente azzurrognola, un po' più chiara e più grande però di quella che dà ordinariamente l'aria cavata dai fondi d'acqua stagnante. Come questa, e forse più, è dura ad accendersi colla scintilla elettrica; e com'essa vuol esser mista per lo meno a otto volte tanto d'aria atmosferica. Non manda odore sensibilmente diverso da quello dell'aria infiammabile dei fossi; bensì dà qualche poco di fuliggine, che questa non dà. Per tale proprietà, e per quella della fiamma più chiara e più grande, s'accosta un poco all'aria infiammabile che si ricava colla distillazione sia dagli olj puri, sia dalle sostanze vegetabili ed animali. Intorno a che se si riflette come l'aria infiammabile medesima della distillazione, la quale ha un puzzo empireumatico insopportabile, ed è estremamente fuligginosa, va perdendo di quel puzzo e di quella fuligginosità a misura che si lava e si sbatte nell'acqua, come ho scoperto, accostandosi sempre più anche pel colore della fiamma all'aria nativa delle paludi, che è prodotta da una lenta e spontanea decomposizione delle medesime sostanze; se si riflette, dico, a ciò si verrà a comprendere che non differiscono sostanzialmente tra loro queste arie, e che quella del nostro terreno ardente già molto più vicina all'aria nativa delle paludi che all'altra della distillazione, se avesse come la prima i suoi natali e la culla nell'acqua, terrebbe con essa una perfetta rassomiglianza; e che l'acquisterebbe fors'anche dopo, ove sol le toccasse di soggiornare sott'acqua lungo tempo [1].

Mi sono proposto in questa e nell'altra memoria [2] di trattare de' terreni e fontane ardenti in generale, e in particolare d'alcuni da me visitati, intorno a' quali ho avuto campo di far varie sperienze, onde verificare la mia opinione, cioè che le fiamme ivi siano prodotte da null'altro che da aria infiammabile raccolta sottoterra, e fuori sgorgante. Nella prima memoria scritta in Francia del 1782, e recitata in un consesso accademico, avendo io preso per oggetto principale i Fuochi di *Pietra-mala*, sopra i quali avea fatto qualch'anno prima le mie ricerche ed osservazioni sul luogo, trovai conveniente di parlare, ed

---

[1] *Qui termina la parte pubblicata in Mem. Ver. T.* II, *P.* II. [*Nota della Comm.*].

[2] *Vedasi il N.* CXXII *di questo Volume.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

anche a lungo, della così detta *Fontana ardente* del Delfinato, e di riportare i sentimenti di diversi autori; giacchè, sebbene io non l'avessi visitato tal luogo, e nessuno di quelli che ce ne han dato una descrizione, sì degli antichi che de' moderni, avesse fatto parola di aria infiammabile, alcuni però ci eran venuti molto d'appresso, e le descrizioni loro altronde sì chiaramente ci dànno a divedere tal aria, che niente quasi può desiderarsi di più. Or in questa seconda memoria scritta in Italia, comechè l'oggetto mio particolare sia stato di riportare le nuove mie osservazioni intraprese mesi sono sull'altro terreno ardente che trovasi presso le rovine di *Velleja*, ragion vuole, ch'io produca pur anche qualche cosa di alcun altro simile terreno, e massime della nostra Italia, ove son tanto frequenti, riportando le altrui in mancanza delle mie osservazioni. Potrei facilmente ingrossare la lista di tali fenomeni, e formar un volume delle descrizioni, che ne abbiamo da diversi autori (*a*); ma io volentieri ne tralascio molte, perchè, sebbene si possa anche da quelle chiaramente rilevare, che i fenomeni sono della stessa specie, e quindi non altra sorgente riconoscono che l'aria infiammabile, vi mancano tuttavia le prove dirette, niun tentativo, niuna ricerca essendosi fatta per rinvenirvi tal aria: al che non era neppur possibile di pensare a' tempi in cui le accennate relazioni furono scritte, prima cioè della scoperta dell'aria infiammabile nativa. Non è che dopo tal ritrovato, il quale ci ha aperto un nuovo punto di vista, che si potean fare le giuste osservazioni, ed esperienze sopra i terreni e le fontane ardenti, all'oggetto di scoprirne l'immediata causa. Ma fuori delle mie

(*a*) Il più degno d'essere rammentato fra i terreni ardenti è quello che il cel. GMELIN osservò nella Provincia del Ghilan in Persia nel 1771. Qui, dic'egli, il terreno arde; e qui gli antichi Guebri adoratori del Sole, e del fuoco come suo simbolo, immaginarono esser la sede prediletta del loro Dio in terra, ove voleva essere particolarmente venerato. Quantunque i Turchi abbiano esterminata quella superstizione come idolatra, pure permettono ad alcuni devoti e zelanti Indiani di esercitarvi il loro culto, a un dipresso come tollerano i Cristiani nella Terra Santa. Quegli Indiani v'hanno edificati alcuni tempietti, ove fanno le preci, giusta il loro rito. Da tempo immemorabile que' fuochi ardono; ma quel che fa più al proposito nostro si è che per avere una fiamma sollevata da terra conficcano in questa de' tubi di canna, che abbasso non abbruciano, e nemmeno ardonsi in cima, sebbene fiamma accesa continuamente mettano. Questo fa vedere abbastanza non da altro essere prodotto quel fuoco, che da aria infiammabile.

Ciò non ostante il Sig. GMELIN, ignorando l'esistenza dell'aria infiammabile nativa, e sapendo altronde esservi nel Ghilan degli abbondanti pozzi ne' quali cola il nafta, immaginò che a questo solo tutto si dovesse il fenomeno. Dovea però riflettere, che nella sua ipotesi il fuoco sarebbe stato nel terreno, il che opponevasi al restare illesi i tubi di canna, anzi i coni di carta da lui sperimentati, che conficcati nel suolo non accendeansi, ma lasciavan passare un'aria, la quale uscendo da essi infiammavasi, continuando ad ardere come una candela, di cui, soggiugne egli, fa sovente le veci.

Simile sperienza io ho fatta a Velleja fino a un certo segno, e in più bella maniera, come già dissi, l'avrei fatta, se avessi avuto un imbuto più largo, e di collo assai più alto.

Digitized by Google

a *Pietra-mala*, e a *Velleja*, non so che altre ricerche siano state fatte, se non quelle del celebre mio collega Ab. SPALLANZANI nell'autunno scorso, le quali confermano nel più bel modo le mie conclusioni. Egli avendo, in compagnia di S. E. il Sig. Marchese GHERARDO RANGONE Ministro di Stato di S. A. S. il Sig. Duca di Modena, Cavaliere benemerito delle Scienze e delle Lettere, che protegge generosamente, e coltiva con frutto, deliberato di portarsi a visitare un picciol vulcano (seppure si può chiamar tale) denominato *Salsa* (*a*) *di Montegibbio*, lontano un miglio da *Sassuolo* di Modena, ed altri siti poco discosti, che presentano fenomeni simili, prese seco i necessari apparati, e gente d'ajuto, e intraprese quelle osservazioni ed esperienze, che meglio al fine conducano di accertare la causa ricercata del fenomeno. Debbo all'amicizia del sullodato mio collega le notizie detagliate comunicatemi, e il permesso di pubblicarne un transunto.

Questo vulcanetto, che relativamente a Sassuolo è situato al Sud-est, si trova alla sommità d'una pendice, dove forma un cumulo di terra, a guisa di pigna, sul qual cumulo a diverse ma frequenti riprese produce gorgogli del diametro di 4 in 5 pollici, nati da un'aria che si sprigiona, e da una lubrica e semifluida fanghiglia, che del continuo ne esce, e cala giù nel declive di detta pendice. Questi gorgogli nel rompersi lasciano su la fanghiglia de' circoletti neri, in apparenza filamentosi, che il celebre VALLISNERI, il quale nel 1711 visitò in Settembre questa Salsa, vuole che traggano l'origine dal petroleo, che in quelle vicinanze si trova. Ma il vero è che tal materia nera non manifesta indizio alcuno di quest'olio acutissimo, tanto odorandola, quanto bruciandola. Si può andare senza pericolo sopra il vulcanetto, e se dove gorgoglia vi si caccino dentro perpendicolarmente de' bastoni, o delle pertiche, queste si sprofondano poco. Non so a chi dell'Ab. SPALLANZANI, e dell'illustre suo compagno venisse prima in mente di fare scavare in quel luogo; lo che si fece alla profondità di 5 piedi parigini; e si trovò che là in fondo gorgogliava egualmente che in cima. In quel giorno, che era li 24 Ottobre 1784, il termometro reaumuriano marcò all'ombra su quel luogo il grado 13 sopra lo zero, e dopo l'essere restato immerso un quarto d'ora nel vulcanetto, discese fino al grado 11. Anche col dito toccando quella melmetta semifluida si sentiva [1] fredda. Verificato, che era aria, ossia un fluido aeriforme, che sotto forma di bolle esciva tanto di frequente dal vulcanetto, cercarono qual aria si fosse questa, e trovossi che era aria infiammabile. Co' soliti metodi ne empierono più bocce, e vider che ardeva tutta come quella delle paludi. Di più accostando un cerino acceso al vulcanetto, quando scoppiavano le bolle, si levavan'esse

(*a*) Probabilmente chiamasi *Salsa*, per esser alquanto salata la terra che vomita.

[1] *In Am. Op. Sc. T.* VII, *pg.* 407 *trovasi « sentirà », mentre in Ant. Coll. T.* III, *pg.* 306 *trovasi « sentiva »: si è preferita quest'ultima lezione.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

subitamente in fiamma. Quel gorgogliare adunque si scorge esser tutto un effetto dell'aria infiammabile, che sprigionatasi dal fondo, od anche da' lati interni del vulcanetto, viene alla superficie per aperture, e sottili strade sotterranee. Or cosa è che produce là dentro quella tant'aria infiammabile? Il nostro Ab. SPALLANZANI domanda qui, se non potrebbe tal aria essere prodotta dalla pirite, denominata dal VALLERIO: *sulphur ferro mineralizatum forma cryma crystallizata*? giacchè non solo la terra eruttata dal vulcanetto abbonda di tale marcassita, ma questa eziandio ne esce di quando in quando dal medesimo all'uscirne di quella semifluida fanghiglia. Ma io piuttosto inclino a credere, che abbia origine quell'aria infiammabile, come altrove, da sostanze vegetabili od animali decomposte. Un esame più accurato di tal aria, siccome ho fatto di quella di *Velleja*, potrebbe chiarirne. Come che sia, con l'azione dell'aria infiammabile, conchiude l'istesso Ab. SPALLANZANI, s'intendono i precipui fenomeni del picciol vulcano. Quando egli lo visitò, non faceva altro che produr quelle bolle, que' gorgogli, di che si è parlato. Qualche volta però gli fu detto che infuria, e fa strepiti in modo, che si sente alla distanza di più miglia. Tre anni sono il giovedì santo, essendo il cielo piovoso, per le improvvise, e considerabili sue eruzioni si rese formidabile a' popolani di quelle vicinanze. Non è forse inutile la riflessione ch'ei fa, che in quella stagione appunto imperversavano i tremuoti in Italia, ed in altri luoghi di Europa. Adunque per testimonianza della gente che abita in una casa vicina due tiri di pietra al vulcanetto, e di altri che allora si trovavano in que' contorni, fece questo sentire in quel giorno come de' piccioli colpi di cannone, e nel tempo stesso lanciò all'aria, a perdita di vista, una immensità di terra accompagnata dal fumo, che ricadeva poscia sul vulcano stesso, e ne' suoi contorni. E così seguitò ad infuriar per tre ore. Non era il suo cratere un picciol cono, come quando è stato dall'Ab. SPALLANZANI osservato, ma il circolare cratere avea di diametro due pertiche circa, dal quale venìa lanciata quella belletta semifluente. Allora poi, per quanto gli attestarono alcuni più arditi degli altri, che al vulcanetto si avvicinaron molto, non vedeasi già il cratere formare una caverna o sotterranea voragine, ma soltanto la terra semifluida che lo formava, producea un gran tumore, o come una immensa bolla, che un momento appresso scoppiava con rumore grandissimo, e nello scoppio si vedeva con fumo lanciata in alto la terra. E questi gran tumori o bolle si formavano con prontezza grande, e si struggevano. Il più forte della eruzione durò tre ore. Poi fattasi grandemente [1] più rimessa, per più giorni non si sollevava la terra che all'altezza d'un uomo. In seguito ritornò il vulcanetto all'ordinario suo stato, di crear cioè quelle bolle, e di mandar fuori quella melmetta tenerissima. In

[1] *In Am. Sc. T.* VII, *pg.* 408 *trovasi* « *grandemente* », *mentre in Ant. Coll. T.* III, *pg.* 308 *leggesi* « *gradatamente* ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

occasione poi della forte eruzione summentovata, quella terra semifluida colò al basso della pendice, ed andò all'ingiù alla distanza di mezzo miglio. Altre eruzioni gagliarde si sono vedute altre volte. La gente che abita la casa vicina sopra indicata, assicurò i nostri indagatori, che altra volta il vulcanetto gittò fuora una pietra sì enorme, che di essa, rotta in più pezzi, si fece calcina in gran copia, soggiugnendo di più, che la pietra immane venne cacciata a molta distanza. Riferì pure che in altra eruzione tremava tutta la casa, e il suolo circostante, e che anzi allora la sua aja sprofondò in un lato. In queste diverse eruzioni poi, tutti d'accordo attestano che di notte tempo la fiamma era visibilissima. Come l'aria infiammabile, che in quel luogo ordinariamente non si vede ardere, prenda talora fuoco da sè, noi non c'impegniamo di spiegarlo. Diremo solo, che altri esempi occorrono di spontanee accensioni d'aria infiammabile. Del resto questa descrizione è la più interessante di tutte, presentandoci un anello, che sembra unire i terreni ardenti coi vulcani. L'aria infiammabile sarebbe dunque la causa immediata anche di questi? Certo ella vi debbe entrare per una gran parte; ma nelle grandi eruzioni vulcaniche, oltre l'aria infiammabile già svolta e raccolta nelle cave sotterranee, nuova copia se ne genera all'atto che molte sostanze minerali entrano in combustione, e queste e quella si congiungono a produrre i tanto strepitosi effetti. Ma proseguiamo colle notizie forniteci dall'Ab. SPALLANZANI di altre scaturigini d'aria infiammabile.

Al disotto della mentovata casa al Sud-ovest, in distanza d'un trar di pietra dal vulcanetto, ve n'è un altro, non osservato nè descritto, per quanto egli sappia, da altri, che gitta bensì fuori, e che ha gittato per l'addietro pochissima fanghiglia, ma che, quasi senza interruzione, manda gorgogli e bolle. Quest'aria da lui in più bocce raccolta, trovossi parimenti infiammabile; accostata poi una candela accesa ai gorgogli, siccome questi, dic'egli, sono quasi continui, così l'aria infiammabile che si accende forma una fontana continua di fiamma, lunga più pollici, che rimossa la candela, con giocondo spettacolo seguita a farsi vedere per molti minuti. È stato osservato, che quando infuria il primo vulcanetto, infuria anche questo; ed è più che probabile che abbiano fra loro qualche segreta comunicazione.

A pochi passi da questo secondo vulcanetto, si trova nel fondo d'un rio un gorgogliare di acqua quasi continuo. Qui non evvi fanghiglia eruttantesi, nè eruttata, ma semplice acqua in poca copia, che scaturisce di sotterra, e con l'acqua esce aria quasi continua in forma di gorgogli; e questi gorgogli sono in cinque luoghi distinti. Quest'aria altresì con le solite pruove sperimentata, si trovò infiammabile, quantunque ardesse più difficilmente che quella dei due vulcanetti.

Non ha lasciato l'Ab. SPALLANZANI di esaminare la terra o fanghiglia, che è uscita, e che esce tuttavia dai due vulcanetti, e l'ha trovata margacea, siccome glielo hanno dimostrato gli acidi minerali.

Digitized by Google

Conchiude finalmente le notizie comunicatemi colla seguente. Saranno circa dodici anni, che nell'estive nostre vacanze si portò alla visita d'un altro vulcanetto, denominato *Salsa di Querzuola*, osservato altresì, e descritto dal VALLISNERI, il qual vulcanetto è distante otto miglia circa da Reggio. Questo, dice egli, in tutte le sue circostanze non puote esser più simile all'altro di *Montegibbio*. Solamente qui la fanghiglia, che gitta, putisce estremamente d'olio di sasso. Il qual olio io dirò, che, o si truova accidentalmente in quel luogo, giacchè in altri terreni ardenti non s'incontra, oppure che da esso vien prodotta eziandio dell'aria infiammabile, come se ne produce dalla decomposizione degli altri combustibili: intorno a che rimando alle riflessioni che ho fatto già parlando dell'aria infiammabile di *Velleja*. Soggiunge che non isperimentò l'aria che uscìa da' gorgogli che interrottamente facea, ma l'identità de' medesimi con quelli di *Montegibbio*, lo rende più che persuaso, che questo pure sia tutto un giuoco d'aria infiammabile.

Digitized by Google

Digitized by Google

CXXIV.

LETTERA
A
MARSILIO LANDRIANI

INTORNO AD UN PROCEDIMENTO RIGUARDANTE LA MISURA DELLA CONDUCIBILITÀ CALORIFICA DEI CORPI.

20 Marzo 1786.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Mont. pg. 41.	

OSSERVAZIONI.

TITOLO:
DATA: da Mont. pg. 41.

La fonte stampata presenta errori, dovuti indubbiamente ad una inesatta trascrizione del Mns. Per evitare equivoci e serbare nel tempo stesso fedeltà all'unica fonte che si possiede, si richiamano nelle note le correzioni fatte.

Digitized by Google

Digitized by Google

Mont. pg. 41.

C. A.

Pavia 30. *Marzo* 1786.

Ho preparati MARAT, HEBERT, e ARTEAGA, per mandarveli alla prima occasione. CAVALLI devo averlo dato a qualcuno, e non so più a chi: sovvenendomi me lo farò rendere, come farò dell'opera di VAN-MARUM, che ho data pochi giorni a D. FRANCESCO CASATI; ed ambedue questi libri ve li trasmetterò.

Non so bene immaginare qual sia il metodo da voi trovato di determinare ne' diversi corpi fluidi e solidi la relativa *conducibilità* del calore, ossia la resistenza che offrono ad esserne penetrati. Voi mi dite, che questo vostro metodo è quanto semplice, altrettanto preciso ed esatto; e che la diversa *capacità*, o calore specifico dei corpi non c'entra per nulla, cioè a dire non è necessario di farne conto. Torno a dire, non saprei indovinare qual possa essere questo vostro metodo. Quello, che già da un pezzo mi son proposto, e che ho comunicato anche a voi tralle nostre conferenze, è tale, che bisogna necessariamente far conto della *capacità*, e si riduce a ciò, che il tempo richiesto a riscaldare di un dato numero di gradi un corpo è in ragione composta della sua capacità, e della resistenza ad esserne penetrato, ossia in ragione diretta della capacità e inversa della permeabilità o voglia dirsi conducibilità. Voglio dunque determinare quale sia la conducibilità del mercurio in confronto di quella dell'acqua? Ecco come procedo all'esperienza, e come calcolo.

Ho un vasetto cilindrico di vetro o di porcellana (simile a quello d'argento, di cui vi servite per riscaldare i corpi colla fiamma dell'aria infiammabile) che contiene poco oltre a 100 denari di acqua. Per facilità del calcolo nelle sperienze ve ne pongo 100 giusto. Per l'istessa ragione del facile calcolo, e per uniformarmi alle tavole, che già abbiamo della relativa capacità de' corpi, ritengo quella dell'acqua = 1000 [1], come uno stendardo, a cui riportare la

[1] *In Mont. trovasi*: « 1,000 ». *Devesi invece leggere* « 1000 », *come lo provano i calcoli riportati in appresso.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

capacità degli altri corpi. Sia dunque quella del mercurio = 40 [1]; e di questo mi sia proposto di determinare la conducibilità. Riempio il vasetto cilindrico una volta d'acqua, in peso, come ho detto di 100 danari, un'altra volta di mercurio fino al segno, che occupava l'acqua, notando il peso di questo mercurio, che verrà ad essere circa 1400 [2] danari. Il vasetto prima di versarvi o i 100 danari d'acqua, o i 1400 [3] (cioè egual volume circa) di mercurio deve trovarsi immerso fin quasi al labbro in altro vaso pieno d'acqua calda, o meglio d'olio caldo a un grado sempre costante. Questo grado costante si otterrà facilmente con un altro bagno esterno d'acqua bollente, e potrà essere di 75 gradi più o meno a volontà. Versata così la misura d'acqua nel vaso cilindrico caldo, e collocatovi immediatamente nel bel mezzo il bulbo di un termometro, si osservi in quanto tempo si va innalzando il liquore del termometro di 5 in 5 gradi, o di 10 in 10. Suppongo che impieghi 60 secondi per salire 20 gradi. Ciò fatto ripeto l'esperienza col mercurio, e noto qual tempo impiega il termometro a salire similmente dall'istesso grado a 20 superiori. Non supponendo alcuna differenza nella conducibilità, il tempo dovrebbe essere in ragion composta del peso del corpo, e della sua capacità, siccome in questa ragione è la quantità di materia calorifica, che deve entrarvi per innalzare il calor sensibile al dato grado; dunque ecco il calcolo.

Se per l'acqua di peso = 100 danari di capacità = 1000 [4] vi son voluti 60″; cosa vi vorrà per il mercurio = 1400 [5] danari e capacità = 40? La regola del tre mi dà $\frac{60 \times 56000}{100000} = 33'' \frac{6}{10}$. Or se alla prova a riscaldare il mercurio quanto l'acqua ci andassero meno di 33″ es. gr. 20″ solamente, concluderei che il mercurio è più permeabile al calore dell'acqua nella ragione di 33 a 20.

Ho prodotto un esempio per meglio spiegare la cosa. In generale la forma algebrica sarà questa. Chiamando C la capacità specifica dell'acqua a contenere il calore; P il peso d'acqua, che si pone nel vasetto tuffato nel bagno caldo; T il tempo che mette a riscaldarsi nel centro, di tanti dati gradi; $c.\ p.\ t.$ le rispettive capacità, peso, e tempo di quel tal corpo, di cui si vuol determinare la permeabilità in confronto di quella dell'acqua; sarà tale ricercata permeabilità $x = \frac{T\ p\ c}{P\ C} : t$. E se la permeabilità o conducibilità dell'acqua presa per stendardo sia = 1000 avremo $x : 1000 :: \frac{T\ p\ c}{P\ C} : t$, onde quella

---

[1] *In Mont. trovasi*: « 0,40 ». *Devesi invece leggere* « 40 », *come lo provano i calcoli riportati in appresso.* [*Nota della Comm.*].

[2] *In Mont. trovasi invece*: « 1,400 ». [*Nota della Comm.*].

[3] *In Mont. trovasi invece*: « 1,400 ». [*Nota della Comm.*].

[4] *In Mont. trovasi invece*: « 1,000 ». [*Nota della Comm.*].

[5] *In Mont. trovasi invece*: « 1,400 ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

del mercurio nell'esempio sopra recato sarà = 1680. La sola difficoltà in questa maniera, che propongo di fare le sperienze, è di collocare e tener fisso il bulbo del termometro nel centro del corpo, che si sottopone alla prova. Se questo è solido, deve avere uno scavo proporzionato per ricevere il termometro, ed essere tutto il corpo di un pezzo, e ben adattato a riempire il vaso cilindrico, che pesca nel bagno caldo. Potrebbe anch'essere ridotto in minuzzoli o in polvere; ma allora i vani interspersi [1], produrranno, credo, una notabile differenza. Sarà però questa un'esperienza di più, e non poco istruttiva.

Ho detto, che il vasetto cilindrico di vetro o di porcellana, che deve star al bagno caldo, e ricevere i diversi corpi, di cui si vuol confrontare la conducibilità del calore, può essere simile al vostro d'argento; aggiungo qui che vuol essere più grande acciò il calore non penetri troppo presto fino al centro, ove sta il bulbo del termometro: pertanto invece di 100 danari, saria meglio che contenesse 100 dramme di acqua. Dopo avervi spiegato il mio, aspetto che vogliate spiegarmi il vostro metodo, che, per quello mi fate intendere, dev'essere più semplice, e che credo ben diverso.

Vogliatemi dire ancora con qualche precisione in che consiste la scoperta di CAVALLI sulla virtù magnetica del rame, o ottone.

L'occasione di mandarvi i libri non mi si è presentata mai, se non oggi 24 marzo, ed è un certo CLERICI comasco alunno del collegio GHISLIERI, che si porta a Milano.

Sono colla maggiore stima ed amicizia

Vostro affezionatissimo amico

A. VOLTA.

---

[1] *Così in Mont.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Digitized by Google

CXXV.

DISCORSO SULL'EVAPORAZIONE

recitato il 5 Giugno 1787.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt.: **K 4.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da K 4.

DATA: da K 4; ove alla data segue la dichiarazione: « *in occasione di una promozione al grado di Ingegnere* ».

K 4: è la minuta autografa del discorso sull'evaporazione. Questo autografo era posseduto dagli eredi dell'Abate Configliachi.

Digitized by Google

Digitized by Google

La Fisica è quella Scienza (Magn. Rett.° Colleghi Sapientissimi, Candidati valorosissimi, Uditori tutti ornatissimi), che colla fedele scorta delle osservazioni, e delle sperienze truova e propone le verità fondamentali, su cui fondando i suoi calcoli s'avanza la Matematica applicata a svolgere e perfezionare le più sublimi teorie, e a dedurle ad uso e a profitto degl'Uomini. La Fisica collo scoprire nuove forze, nuovi agenti, nuove leggi, conduce a rettificare certe teorie matematiche o fallaci o imperfette per l'omissione di qualche pria non conosciuto elemento. Basta questo a far comprendere quanto importi al Matematico pratico lo studio della Fisica. Voi virtuosi giovani appresi avete gli Elementi di questa Scienza fondamentale, e ne conoscete già il pregio e l'importanza. Tralascerete voi d'or in avanti applicando per professione alla Teoria e alla Pratica della Meccanica, e dell'Idraulica, di coltivare utilmente, e per diletto la Fisica sperimentale? Sarebbe ciò un mostrarvi troppo ingrati a questa Maestra, da cui ritraeste già tanto profitto. Nò, io confido, che vorrete unitamente alle vostre occupazioni d'officio impiegarvi tuttavia nelle belle ed utili ricerche Fisiche; per le quali, portando voi quello spirito di rigorosa investigazione, a cui vi ha già avvezzato di lunga mano lo studio delle Scienze esatte, siete più che ogn'altro al caso di fare i più grandi passi. E non starò io qui a rammemorarvi di quanto sia debitrice la stessa Fisica ai lavori de' Matematici e in particolare come riconosca da essi la lor perfezione oltre la Meccanica, l'Ottica, l'Aerometria, la Pirometria, la Dottrina del suono, molti progressi fin anche la Meteorologia, quando son discesi i Matematici a perfezionare i nostri più usitati stromenti, e l'applicazione di essi, il Barometro, il Termometro. Al proposito de' quali stromenti mi suggerisce di esortarvi ad andarne sempre provveduti, siccome pure dell'Igrometro e dell'Elettrometro atmosferico novellamente perfezionati, e di moltiplicare le osservazioni sopra di essi, sì stazionarj, che portati in giro nelle varie escursioni, a cui il vostro impiego sovente vi chiamerà. Voi vedete da

Digitized by Google

ciò, che ho in vista singolarmente di raccomandarvi le osservazioni meteorologiche. E quanto a quelle coll'Igrometro, che non ho avuto ancor occasione di spiegarvi nel corso delle lezioni di quest'anno, siate contenti ch'io vi metta sulla strada dandovi in questo mio discorso un ristretto della teoria dell'evaporazione con alcune applicazioni ai fenomeni meteorologici.

Ogniqualvolta l'acqua sotto il peso ordinario dell'atmosfera riceva un calore di circa 80. gradi del Termometro così detto di REAUMUR, ella entra in ebollizione. Quelle molecole d'acqua, che son le prime a sentire tal grado di calore, e ad imbeversi della quantità di fluido igneo a tal uopo necessaria, si gonfiano, e passano allo stato di un fluido elastico aeriforme, e a guisa appunto di bolle d'aria attraversando la massa dell'acqua vengono a rompersi alla di lei superficie, ed a dissiparsi. L'eruzione copiosa di queste bolle sommoventi tutto il liquido, è ciò propriamente che forma l'ebollizione. Egli è di questa maniera, che l'acqua di un vaso convertita mano mano in siffatto vapor elastico, col continuar a bollire si dissipa e svanisce finalmente tutta. Che se lungo tempo è richiesto a ciò, anche impiegandovi un calore assai intenso, tal che di una libbra d'acqua già bollente, e calda tutta quanta 80. gradi circa ne rimane tuttavia a capo di qualche ora una quantità, che non si è ancora trasformata in tal vapore; ciò viene da che una grande quantità di fluido calorifico, detto più brevemente nella nuova nomenclatura Chimica *calorico*, si consuma in certo modo, o a meglio dire s'impiega nella formazione del vapore medesimo, cioè si unisce ad esso e si combina in modo, che in un colla libertà la possanza perde di produrre i fenomeni ordinarj del calor sensibile o termometrico, come hanno scoperto i Sig.ri BLACK e WILKE, che chiamano questo calore che scompare nella formazione de' vapori, e ricompare poi nella condensazione de' medesimi *calor latente*, *calor combinato*. Le prove, su cui si fonda questa dottrina del *calor latente* sono tante, sì chiare e luminose, che guadagnarono il consenso di tutti i Fisici appena fur rese pubbliche, e non vi fu quasi chi contraddicesse. Si divisero soltanto le opinioni sul modo dell'unione del calorico al vapore elastico dell'acqua: i più tennero coi sullodati BLACK e WILKE (a cui egualmente si dee l'onore della scoperta cui fecero entrambi verso il medesimo tempo, senza saputa un dell'altro) che esso calorico si fissi in certo modo, e si combini realmente coll'acqua nella formazione del vapore divenendo nel vero e proprio senso chimico *principio costituente* di esso vapore, un ingrediente insomma di lui; in virtù della qual combinazione perda esso fuoco la facoltà di riscaldare; e l'acqua, che è l'altro principio costituente del vapore, quella di bagnare, e insiem la natura di liquido: come appunto nelle altre combinazioni chimiche perdono le specifiche loro proprietà o le nascondono almeno i principj prossimi dei composti. Altri però, alla testa de' quali è il Dr. CRAWFORD, credono, che il calorico, o fuoco elementare, si aggiunga al vapor acqueo senza combinarvisi propriamente, senza perdere

Digitized by Google

punto della sua azione calorifica; e che per ciò solo sembri andare perso, o divenir *latente*, perchè accresciuta siasi la *capacità* a contenerlo nell'acqua trasformata in vapore; onde tanto minore ne risulti la forza od intensità del calor sensibile o termometrico. Questa opinione, e questa maniera di spiegare i fenomeni del così detto *calor latente*, la quale s'estende anche più universalmente alla distribuzione del calorico in differenti dosi giusta la specie de' corpi, e viene di fondare una nuova dottrina del *calore specifico* di diversi corpi, di cui ha cominciato a darne una tavola il già lodato Sig. CRAWFORD [1], indi una più estesa il Sig. KIRWAN, ed un'altra i Sig.ri LAVOISIER e DE LA PLACE: questa opinione noi pure abbiamo addottata e seguita, cercando di esporla se fosse possibile con maggior chiarezza, che non appariva nel Saggio originale di CRAWFORD [2], e in quello che venne appresso del Sig. MAGELLAN, e proponendo alcune nuove viste nell'articolo *Calore*, che abbiam composto per la traduzione dell'esimio Dizionario di Chimica del Sig. MACQUER traduzione intrapresa e condotta felicemente a termine, coll'aggiunta di moltissime note e varj nuovi articoli interessanti, dall'ottimo nostro Collega il Sig. Consigliere Prof.re SCOPOLI.

Tralle altre ragioni ivi arrecate questa sembrar dee di gran peso, che il vapor elastico dell'acqua incontrando un corpo men caldo tosto perde tutta la sua elasticità, e quell'abito aeriforme che avea, e torna al suo stato liquido. Che se il fuoco vi fosse unito strettamente ed intimamente qual ingrediente vero e proprio, se vi fosse combinato in modo da non godere più della sua libertà, moto e azione calorifica, come vuole la prima sentenza, non pare che bastar potesse l'incontro d'un corpo non che freddissimo ma di poco men caldo ad involargli di repente cotal fuoco combinato e fatto principio costituente di esso vapore. Nella nostra supposizione all'incontro, siccome per entro al vapore trovasi libero e sciolto tutto quel fuoco, che sol per accresciuta *capacità* del vapore medesimo vi si era raccolto, ben si comprende, che il contatto d'un corpo freddo qualunque varrà ad involarglielo.

Non è che crediamo impossibile una combinazione intima del fluido calorifico coll'acqua ridotta per rarefazione allo stato di vapore elastico. Anzi siam persuasi ch'ella abbia luogo ne' fluidi elastici permanenti, nelle così dette arie o Gas: i quali appunto ad una tale intima e stretta combinazione del fluido igneo deono quella lor permanente $\frac{\text{spansibilità}}{\text{elasticità}}$, siccome deono la loro precaria e passeggera allo stesso fuoco libero, i vapori puramente vapori.

Ma sia l'una o l'altra delle due maniere, con cui il fluido calorifico entra ne' vapori dell'acqua, o vi si unisca parte per un modo, parte per l'altro, il

[1] *In K 4 trovasi « Krawford », in luogo di « Crawford ».* [*Nota della Comm.*].

[2] *In K 4 qui pure leggesi: « Krawford ».* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

che infine non è inverisimile; veggiamo egualmente chiara la ragione del raffreddamento, ossia diminuzion di calore sensibile, che nasce dall'evaporazione, e dell'accrescimento di calore per la condensazione de' vapori. Non è però questo il principale nostro oggetto. Torniamo da una tal digressione al proposito.

Abbiam detto, che per entrare in ebullizione, e cangiarsi l'acqua in vapor elastico, dee arrivare al grado 80.^{mo} circa del termometro Romuriano. Ciò però dee intendersi sotto la pressione ordinaria dell'Atmosfera. Sotto una pressione più grande il vapore elastico non salta fuori, e l'acqua non bolle, che ad un grado di calore proporzionatamente maggiore; siccome all'opposto sminuita la pressione il vapor elastico si forma, e l'ebullizione si compie a un grado di calore tanto minore. Nella campana pneumatica, rarefacendo l'aria non è difficile di far bollire l'acqua men calda di 40. gradi, ed anche al di sotto dei 30. In un vuoto più perfetto, qual è quello, che sta sopra la colonna di mercurio in un barometro ben purgato, introdotta una goccia d'acqua vi si risolve in vapor elastico, che deprime alla temperatura di circa 12. gr. Romuriani la colonna mercuriale di quasi 6. linee, come hanno provato i Sig.^{ri} LAVOISIER, e DE LA PLACE, indi il Sig. DELUC. Che più? finanche alla temperatura del ghiaccio, e sotto di essa, si risolve il ghiaccio medesimo, entro ad uno spazio perfettamente vuoto, in vapore elastico, come lo attesta la depressione del mercurio assai minore della qui sopra indicata, ma pur notabile ancora. La qual cosa infine non dee far gran meraviglia. Ognuno sa, che il punto della congelazione dell'acqua segnato 0. nel termometro di REAUMUR, è ben lungi dall'indicare il Zero assoluto, ossia la privazion totale di calore: 32. gradi al disotto di tal punto è il termine della congelazion del Mercurio, secondo le più recenti ed esatte sperienze instituite alla Baja d'Hudson, e in diversi luoghi a norma delle direzioni date da' Sig.^{ri} BLACK, KAVENDISH, e GUTHRIE: e a tal termine, e più innanzi ancora è giunto in alcuni luoghi della Siberia il freddo naturale, al riferire di PALLAS e di GMELIN, che vi osservarono il mercurio spontaneamente gelato. Ma quì neppure vorrà dirsi, che vi fosse mancanza totale di calore; ma solo una relativa diminuzione, com'è chiaro per sè. E quanto non dobbiam credere, che disti ancora il vero zero? Non dee dunque, ripeto, far meraviglia, che il ghiaccio stesso si risolva in vapor elastico; poichè a quella temperatura v'ha pur di molto calore, il quale ha forza di far tanto, quando contrariata non venga tal formazione del vapore da alcuna pressione. A conchiudere su questo punto la formazione del vapore elastico è in ragione composta del calore e della libertà o vacuità dello spazio, che è quanto dire in ragione diretta del calore, e inversa della pressione dell'atmosfera.

Tralascio quì alcune applicazioni, facili a farsi come quella dell'ebullizione, che si fa a minor grado di calore dell'ordinario sulle alte montagne, e or sopra, or sotto gli 80. giusti anche al basso e nel medesimo luogo, secondo

Digitized by Google

che prendendo indicio dal Barometro, è maggiore o minore la sempre variabile pressione dell'atmosfera; tralascio le cautele per tal cagione prescritte a ben determinare nella scala termometrica il termine dell'ebullizione, per venire ad un altro punto essenziale della teoria dell'evaporazione, che ci accosta dippiù alla maniera ordinaria, con cui questa si effettua.

Abbiam considerato fin quì il *vapor elastico puro*; il qual risulta ogniqualvolta si formi per tenue grado di calore nel vuoto, nel modo, che si è spiegato, ed anche quando prodotto venga da un grado di calore bastante a mettere il liquido in ebollizione a norma della pressione che soffre. In questo caso egli ha forza di sollevare l'aria che lo comprime, di espellerla, ed occupare il luogo di lei in modo, che ove producasi abbastanza copioso riempie di sè solo lo spazio; ed è allora, che gli conviene il nome datogli dal Sig. DI SAUSSURE di vapor elastico puro. Di tal fatta è il vapore, che sorte con impeto dal becco di un'eolipila, avanti che si disciolga nell'aria, o che diventi nebuloso. Ma quando, tuttochè bolla l'acqua il vapore che se ne svolge non è tanto che espeller possa tutta l'aria; onde avvien che si tramescoli ad essa; abbiamo allora un vapor elastico impuro. Or somigliante vapore impuro, ma pur tuttavia elastico viene a formarsi, sebbene in assai minor copia, anche allora che il calore non è tanto forte da far entrare l'acqua in ebullizione, come ha dimostrato con evidenti sperienze il Sig. DE SAUSSURE nell'eccellente sua Opera *Essays d'Igrometrie*. Così è. Quando il calore non è da tanto da produrre dall'acqua copioso vapor elastico, che superi il peso dell'aria, e l'espella, egli non lascia ad ogni modo, per modico che sia, di produrne un poco, che s'insinua e mesce, all'aria medesima, facendo in certa maniera corpo con essa: ed è poi questo vapore, che particolarmente si distingue dal già lodato autore col nome di *vapor elastico impuro*. Ho detto, che si produce in queste circostanze, e s'insinua nell'aria *un poco* di vapor elastico; e vuolsi intendere una dose proporzionata alla quantità dell'aria medesima che lo riceve, e al grado di calore, che vi regna. Il nostro autore ha provato con esattissime sperienze, che da 11. grani d'acqua si sciolgono così in un piede cubico d'aria di densità comune alla temperatura di 15. gradi Romuriani, e che in virtù di tal impregnamento l'aria non perde punto della sua trasparenza, e acquista un accrescimento tale di volume e di forza espansiva, se trovisi chiusa, che innalza il mercurio nel manometro di ben 6. linee, cioè da 27. pollici e mezzo a 28. Non può dunque più dubitarsi, della conversione dell'acqua in un vapore elastico aeriforme anche allorquando succede l'evaporazione in maniera affatto blanda e tranquilla; la quale perciò non si distingue più essenzialmente dalla forzata e tumultuosa dell'ebullizione; nè già corre più la distinzione comunemente adottata tra *evaporazione*, e *vaporizzazione*, tra *vapore*, e *vapori*, con che intendevasi per vaporizzazione e vapore l'acqua convertita in fluido elastico aeriforme solo per forza del fuoco; e per evaporazione, e vapori le molecole d'acqua ancor

Digitized by Google

acqua sparse semplicemente nell'aria, o disciolte in essa. Tal distinzione, dissi, non corre più, nè può in alcun modo ammettersi; giacchè in tutti i casi è sempre l'acqua riscaldata più o meno, e molto arricchita di fuoco così detto *latente* (onde i fenomeni conosciuti del raffreddamento prodotto dall'evaporazione), che si converte nello stesso vapor elastico; colla sola differenza, che in un caso questo vapor elastico che sorge copioso e con forza di espeller l'aria fa corpo da sè; occupa egli tutto lo spazio, in cui si getta; nell'altro men copioso e men forte si insinua a poco a poco nell'aria medesima, e vi si dissolve, senza svestirsi punto della sua elasticità.

Non mi tratterrò quì a discutere, se debba dirsi questa una vera dissoluzione chimica del fluido elastico *vapore* nel fluido elastico *aria*: ciò che sostiensi dal Sig. DE SAUSSURE, e si nega dal Sig. DELUC, che li riguarda come semplicemente mescolati alla maniera di due volumi d'aria o di gas diversi uniti nel medesimo luogo, ma non aventi azione chimica fra loro. Dirò solamente, che può considerarsi per una dissoluzione, se non nel senso più proprio e rigoroso, almeno quanto ai principali effetti, e che più d'una di quelle condizioni vi si scorgono, che hanno le vere dissoluzioni chimiche. E la prima è, che tal vapore elastico sebbene di densità assai minore dell'aria, cui si mesce, non l'offusca punto, non toglie il minimo che alla sua diafaneità. L'altra condizione, che riguardar si dee come un carattere più deciso di dissoluzione chimica, è lo stato di *saturità* a cui giunge l'aria, quando si è impregnata d'una certa determinata dose del detto vapore acqueo, dose più o men grande in ragione del maggiore o minor calore a cui è portata: la qual ultima circostanza forma un altro punto di analogia, essendo proprietà d'ogni menstruo di acquistare maggior forza dissolvente col calore, e caricarsi quindi in maggior dose della materia disciolta prima di saturarsene.

Detto già abbiamo come la quantità d'acqua, che può unirsi in forma di vapor elastico a un piede cubico di aria alla temperatura di 15. gradi, è di circa 11. grani: essa aria allora è portata al punto di saturità; e l'Igrometro sensibilissimo e comparabile dell'istesso Sig. DE SAUSSURE tocca il termine della massima umidità, segnato 100. nella Scala di tale stromento: termine, cui non oltrepassa più, sebbene vi si affollino nuovi vapori: giacchè nell'aria saturata nell'anzidetto modo di vapor elastico, non è impossibile che sopraggiungano altri vapori ancora. Ma questi in luogo di unirsi all'aria e lasciarla trasparente, l'intorbidano allora colla lor mescolanza, la rendon nebulosa, o vanno a depositarsi in forma di goccie su corpi che incontrano: insomma nè appartengono propriamente all'aria, entro cui fanno in certo modo casa da sè; nè hanno forma ed abito elastico, come i primi; infatti non innalzano, siccome abbiam veduto che fanno questi, il manometro.

Ma cosa è dunque questo vapor nebuloso così diverso dal vapor elastico? La semplice ispezione dichiara null'altro essere che un ammasso di sferette

Digitized by Google

cave o palloncini formati di una pellicola d'acqua, come le bolle saponacee. Questi palloncini, o vapori vessicolari, come li chiama il Sig. DE SAUSSURE possono distinguersi ad occhio nudo non che armato di lente spiando contro un raggio di sole il fumo che s'alza da una tazza d'acqua bollente o molto calda, ed anche spiando colla lente una folta nebbia, che appunto non è altro che aria carica di vapor vessicolare.

Cotesto vapore pertanto indica un'aria soprasaturata d'umido, non potendo aver luogo, che dove la medesima è già satura di vapor elastico.

Or siccome secondo i diversi gradi di calore ricerca per la sua saturazione, e tien disciolta maggiore quantità di tal vapore elastico; così avvenendo che un'aria già satura, o quasi, si raffreddi di alquanti gradi, tosto precipiteranne una porzione, che di elastico cambierassi in vapor vessicolare, e l'aria medesima annebbierà: siccome all'incontro un'aria sopraccarica e già nebulosa, ove venga a riscaldarsi sufficientemente verrà disciogliendo que' vapori vessicolari, e convertendoli nel solito vapor elastico, con che riacquisterà la sua trasparenza. Ed ecco come s'intende la formazion della nebbia al sopravvenire del freddo e quindi per loppiù verso sera, e sulla mattina, e la dissipazione della medesima anche senza vento, allorchè prende forza il calor del giorno. Insomma i vapori vessicolari o nebulosi non sono propriamente un prodotto immediato dell'evaporazione, ma sibbene il vapore già dianzi formato, che si disfa, e si precipita sotto la nuova forma di vapor vessicolare. Il fumo stesso, che veggiam alzarsi da una pentola che bolle, chi creduto l'avria, è vapore, che l'aria depone, che si precipita; e se monta non monta già egli per propria forza, che anzi cade quant'è da sè abbandonando l'aria, che tenealo disciolto; ma viene nel medesimo tempo trasportato in alto con essa aria che diradata pel gran calore rapida ascende, assai più velocemente cioè di quello discenda per entro ad essa il precipitato vapore. La cosa è così vera, che se all'uscire dal liquido bollente, si faccia sì ch'entri il vapore in uno spazio abbastanza caldo per poter sussistere nella sua forma elastica, non annebbia punto quello spazio, e sol giunto al contatto dell'aria notabilmente più fredda, eccolo convertirsi in vapor nebuloso. E questo è che addiviene appunto al vapore, che tramanda l'acqua bollente nella pentola.

Ho indicato, che i vapori vessiculari portati dal proprio peso al basso abbandonin l'aria. Ciò però non fanno che lentamente; e talora anzi dotati di specifica gravità minore s'innalzano realmente per entro ad essa; ma più comunemente vi si tengono quasi in equilibrio sospesi. Or come può intendersi mai, che cotesti vapori vessicolari si truovino presso a poco equiponderanti all'aria in cui nuotano, e talvolta anche più leggieri? Questi palloncini cavi non può supporsi, che siano vuoti; poichè altrimenti la pellicola d'acqua di cui son formati dovrebbe cedere all'aria ambiente e rompersi. Ma se contengono aria di eguale densità coll'esterna, dee pur renderli detta pellicola specificata-

Digitized by Google

mente più gravi. Convien dunque di necessità supporre, che pieni siano d'un fluido assai più leggiero dell'aria in cui nuotano. Ma qual sarà questo fluido? Aria rarefatta? Ma come rarefatta e da che? Sarebbe mai il fluido igneo, cui il vapor elastico, nel perder l'abito aeriforme depone, siccome ridondante, sarebbe, dico, questo fluido igneo, che unito in un particolar modo all'aria, che trovasi rinchiusa ne' palloncini, formasse quel fluido raro, di cui all'uopo abbisogniamo? O non sarebbe piuttosto il fluido elettrico appropriatosi dal vapore elastico nella sua formazione, e divenuto del pari ridondante, or che lo stesso vapore da elastico passa allo stato di vessicolare, che gonfiasse in qualche modo i palloncini o ne li vestisse di una specie d'atmosfera? Questa, od altra simile atmosfera pare che ci venga indicata dal posarsi che fanno sovente i nostri palloncini sopra l'acqua, ed altri liquori, e rotolare senza mescervisi. E come mai potrebbe tal cosa succedere, se nulla s'interponesse al mutuo contatto della pellicola del palloncino col liquore? Il Sig. DI SAUSSURE era già molto portato a far intervenire il fluido elettrico a tal uopo. Or quanto non acquista di peso la congettura dopo ch'io ho avuto la fortuna di iscoprire ed ho con dirette sperienze mostrato, che il vapore elastico nel suo formarsi s'arricchisce realmente di fluido elettrico, a spese de' corpi terrestri; d'onde poi ho ripetuta l'elettricità per eccesso che costantemente s'osserva al primo formarsi delle nuvole, e delle nebbie, che altro appunto non sono che ammassi di vapori vessiculari?

Ma sia quel che si vuole di ciò che dona la leggerezza a cotesti vapori, rendendoli così atti a galleggiare nell'aria, lasciando queste ed altre più sottili ricerche passiamo con maggiore vantaggio alla spiegazione di alcune osservazioni Meteorologiche. Fralle molte e belle applicazioni che di questa teoria de' vapori tanto elastici che vessicolari far si possono, e dopo quelle già fatte dal tante volte lodato Sig. DE SAUSSURE, due sole ne scelgo, per quella brevità, che temo di trasgredire, le quali ardisco dir mie, perchè non so ch'esso Sig. DI SAUSSURE, nè altri rimarcate le abbia, o considerate nel medesimo punto di vista.

Riguarda la prima le nebbie molto più frequenti al tempo autunnale, che in Primavera, quando pure la temperatura è presso a poco eguale. Si è già spiegato come il raffreddarsi dell'ambiente fa precipitare dall'aria satura o quasi di vapor elastico, una parte di questo in forma di vapor vessicolare. Ma come ciò avviene spessissimo in 8bre e 9bre e rare volte sulla fine di marzo quando pure sentiamo il medesimo freddo, e osserviamo il termometro alla medesima temperatura di 8. in 10. gradi es. gr. sopra il gelo, quando sovente per le pioggie l'aria poco dista dall'essere satura di umido? Or ecco come io spiego il fenomeno. In 8bre e in 9bre il sole essendo più basso, che alla fine di Marzo l'aria è più fredda; ma è compensato questo maggior freddo dal calore che conserva tuttora la terra da la decorsa estate. In Primavera al contrario,

Digitized by Google

la terra è ancor fredda pel passato verno, ma l'aria già riscaldata dal sol più alto. Noi intanto godiamo nell'una e l'altra stagione di una temperatura presso a poco eguale che abbiam supposta di 8. in 10. gradi: la quale risulta in Autunno da 14. es. gr., che ha la terra alla sua superficie, e da 4. che ha l'aria a qualche altezza dalla medesima: in Primavera all'opposto da 4. della terra, e 14. dell'aria. Ciò posto è facile concepire, che in Autunno l'aria che tocca la terra, ne contrarrà calore, si dilaterà, e dilatata monterà in alto formando una colonna ascendente. Ma nel montare incontra tosto aria assai più fredda, che le toglie tal calore preso dalla terra, e la inabilita a tener disciolto tutto il vapor elastico di prima, che quinci si converte in vapor vessicolare ossia nebuloso. In primavera all'incontro l'aria, che si condensa al contatto della terra più fredda non sale già, non forma colonna ascendente; e quando pur s'innalzi per qualche tratto commossa dal vento, o altrimenti, incontra aria più calda, che in luogo di farle deporre del vapore elastico di cui per avventura si trovi satura, l'abilita anzi a discioglierne in maggior dose.

Vengo all'altra applicazione, e finisco. È comune esperienza, che nell'ora della sera, quando cade la rugiada, e molto innanzi nella notte, men umida si senta l'aria in mezzo ai gran Laghi; onde anche riesca meno insalubre che dentro terra. Ciò ho io provato le mille volte particolarmente sul mio lago di Como. I capegli non cadono, le vesti non si umettano sull'imbrunire, come accade passeggiando in mezzo a praterie, e campagne anche aperte, fino sulle spiaggie sabbiose, dell'istesso lago. Non contento di queste osservazioni vaghe, ho voluto accertarmi viemmeglio del fenomeno coll'igrometro del Sig. DE SAUSSURE alla mano; ed ho trovato, che nelle sere estive quando, l'igrometro entro terra, e ne' giardini vicini indicava pressochè il termine dell'umidità estrema, sulla nuda spiaggia segnava già tre o quattro gradi di meno, e spingendomi verso il mezzo del lago, 10. 12. e fin 14. meno. Potrebbe credersi da taluno, che di questo minor umido ne fosser cagione i venticelli di terra, che sogliono spirare a quell'ora, e increspano soavemente la faccia del lago. Ma che? s'io dirò, che anzi non ho osservata mai tanto asciutta l'aria sul lago, che quando tacevano tai venticelli, e l'acqua era in perfetta calma? Allora se qualche soffio sopravveniva l'igrometro camminava di alquanti gradi all'umido, per la ragione che mescevasi all'aria asciutta del lago l'umida di terra.

Or dunque qual fia la cagione di un fenomeno cotanto straordinario? Come mai sopra un lago, ove l'evaporazione debb'essere più copiosa, mantiensi l'aria la sera e tutta la notte di tanti gradi più asciutta che altrove? Riflettendo che l'acqua riscaldata di giorno dal Sole conserva lungamente alla sera e fino a notte avanzata un grado di calore molto superiore a quello dell'aria, di che può ognuno accertarsi col solo immerger la mano, ed io volli più determinatamente verificare col termometro, credei rinvenire tosto la

Digitized by Google

ragione del fenomeno di cui si tratta. L'aria raffreddata della sera che riposa sul lago, si riscalda in contatto di quell'acqua, si dilata, e monta: al luogo di quest'aria che ascende ne succede altra dai lidi più fredda, e per tal raffreddamento satura di vapori; la quale però al giugnere al contatto dell'acqua riscaldandosi come la prima acquista maggior forza dissolvente, onde retrocede dal punto di saturazione, cioè dal termine di umidità estrema verso il secco. Con questa continua circolazione i vapori che s'alzan dalla superficie del lago, con quelli che vi vengono portati dall'aria di terra sono assorbiti e disciolti dalla colonna d'aria ascendente in modo, che sempre vi manca non poco a saturarla d'umido. La qual circolazione d'aria per quest'effetto dee farsi blandamente, e senza vento sensibile per dar tempo al necessario riscaldamento di quella che accorre dai lati cioè dalle spiagge.

Digitized by Google

CXXVI.

DESCRIZIONE ED USO DI UN ACCENDILUME AD ARIA INFIAMMABILE

FONTI.

STAMPATE. | MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: G 10.

OSSERVAZIONI.

TITOLO:
DATA:

G 10: è una minuta autografa, in francese, accompagnata da una figura.

Digitized by Google

Digitized by Google

Cart. Volt. G 10 [1].

A. Grand vaisseau de verre qui contient environ 5. pintes.

B. Pied de cuivre en entonnoir avec un bouchon à vis pour pouvoir remplir ce vaisseau d'air infl. par dessous sans la demonter.

C. Vaisseau de verre superieur.

D. Garniture en cuivre, qui se visse aux deux vases de verre, et qui contient un robinet (ce robinet doit avoir des arrèts qui fixent sa marche) percé de deux trous qui établissent une communication entre les tuyaux *a*, *b*; *c*, *d*; de maniere que cette communication s'établit ou s'interrompt en meme temps.

E, *F*. Deux petites colomnes l'une de verre, l'autre de cuivre qui soutiennent chacune une boule de cuivre traversées par des tiges *e* et *f* à vis terminées en dedans par des pointes mousses qui s'approchent à la distance de quelques lignes.

b. Est le plan de la platine de cuivre qui porte ces deux colomnes, et se pose sur le vase *C*: elle est percée au milieu pour que le tuyau *b* la traverse: elle a un autre grand trou par lequel on peut verser de l'eau dans le vase *C*. Cette même platine porte une troisieme colomne representée en *N*, sur laquelle se meut par un mouvement de tête de compas une bobeche qui porte une petite bougie qu'on peut incliner de maniere que la meche se trouve à quelques lignes au dessus de l'endroit où s'approchent les deux tiges *e* et *f*.

Il est inutile de dire que toutes les jonctions des vaisseaux et du bouchon inferieur doivent avoir des cuirs gras interposés.

Lorsque le vase *A* est plein d'air infl. et qu'on a mis de l'eau dans le vase *C* le robinet étant fermé, on ouvre celui-ci d'une main, tandis que de l'autre on enleve l'écu d'un Electrophore, sur lequel pend une chaine qui communique à la tige *e* soutenue par la colomne *E* de verre: l'étincelle éclate entre les deux tiges *e f*, allume l'air infl. qui sort par l'ajutage *b*, et qui allume aussitôt la petite bougie. L'operation ne dure pas plus de deux ou trois secondes.

---

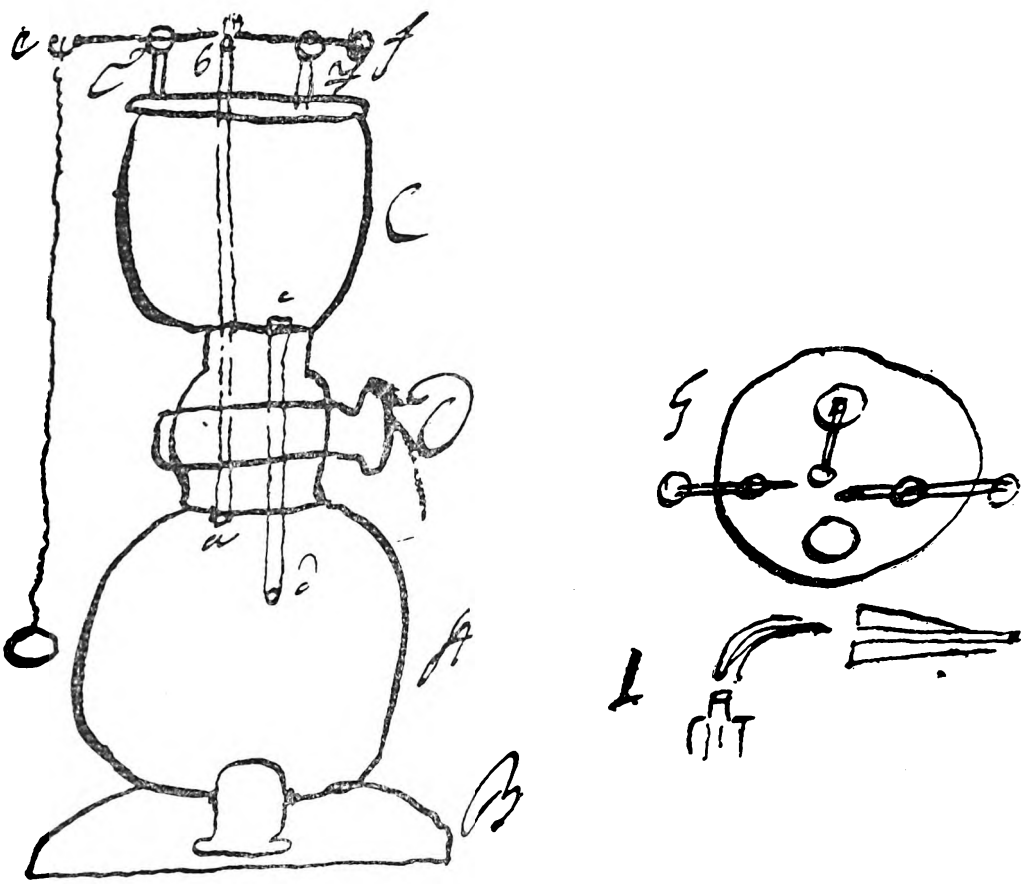
[1] *Nel Mns. trovasi una figura, che si riproduce nella tavola posta in corrispondenza a questo Numero.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

La même machine sert à faire des expériences sur la flamme de l'air infl. appliquée à différentes substances: on y a pratiqué à cet effet un bout de tuyau recourbé qu'on peut ajouter au tuyau *b* et auquel on adapte l'ajutage comme on le voit en *I*. J'ai fait pratiquer différens ajutages de diametres différents: celui dont je me sers communément a environs 2/10 de pouces, et peut fournir pendant un quart d'heure: j'en ai un capillaire qui fournit pendant une heure; la flamme n'y a gueres que deux lignes de long, et n'est pas visible au grand jour, de sort qu'il est très-plaisant de voir à l'instant une bougie s'allumer à un endroit où l'on ne voit pas de flamme.

Cette machine est également commode pour charger le pistolet: on le place sur l'orifice de l'ajutage *b* qu'on fait entrer jusqu'au fond: on tourne le robinet; en 5. ou 6. secondes le pistolet a reçu suffisamment d'air infl., on le bouche et on tire à la maniere ordinnaire.

Digitized by Google



Accendilume ad aria infiammabile (N. CXXVI, pg. 155).

(*Da* Cart. Volt. G 10).

Digitized by Google

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Digitized by Google

CXXVII.

MEMOIRE

SUR LE MOUVEMENT DES PARCELLES DE CAMPHRE ET DE PLUSIEURS AUTRES PETITS CORPS POSÉS SUR LA SURFACE DE L'EAU

1787.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Delectus opusculorum medicorum. Ioannes Petrus Frank, Ticini, Volume III, 1787, pg. 76, pg. 79 e pg. 127.	Cart. Volt.: **H 14.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da H 14.
DATA: da « *Delectus opusculorum medicorum* ».

H 14: è una minuta autografa, con numerose correzioni, di una memoria sul movimento delle particelle di canfora poste sulla superficie dell'acqua.
Delectus opusculorum medicorum, pg. 127: è una memoria del V. in cui sono esposte le esperienze e le idee brevemente accennate in H 14. La parte che si trova in « *Delectus opusculorum medicorum* » pg. 76 e pg. 79, non è del V., ma la si pubblica perchè è richiamata in H 14, e si presenta come l'introduzione alla memoria del V.

Digitized by Google

Digitized by Google

Cart. Volt. H 14.

MEMOIRE
SUR LE MOUVEMENT DES PARCELLES DE CAMPHRE[1] ET DE PLUSIEURS AUTRES PETITS CORPS POSÉS SUR LA SURFACE DE L'EAU.

Un phénomene peu connu, et pourtant assez curieux que présente le camphre, est celui d'un mouvement très-vive, et pour le plus rotatoire, dont on voit.

Le Camphre, cette substance singuliere à tant d'égard pour le Chymiste, offre quelque chose aussi de singulier pour le Physicien. Je ne regarde pas pour une singularité sa nature moyenne entre les substances electriques et les substances anelectriques, ce qui a fait qu'on l'assigne tantôt à une classe, tantôt à l'autre, car cela est commun à plusieurs autres substances, comme la plupart des sels, des pierres ec. que j'appelle *mauvais conducteurs*.

Ce que j'ai en vüe est un phénomene très-curieux que le Camphre nous presente, phénomene qu'on a voulu attribuer à l'electricité, et qui n'en est pas: il s'agit d'un mouvement très-vif, et pour le plus rotatoire que des très-petits morceaux de camphre prennent lorsqu'ils sont posés sur la surface de l'eau. C'est un spectacle très-amusant de voir une ou plusieurs de ces parcelles qui nagent sur l'eau, tournoyer avec une grande rapidité (comme cet animalcule microscopique qu'on a appellé *Rotifere*); et il y a lieu de s'étonner, qu'un phénomene si curieux, une expérience si aisée à faire soit encore si peu connue. Mr. Romieu est peut-être le premier qui l'a fait connoitre, et qui a taché d'en donner une explication (dans les Mem. de l'Acad. des Sc.

[1] *In H* 14 *trovasi, nel titolo, « Canfre »; mentre nel testo del Mns. trovasi generalmente la grafia esatta « camphre », alla quale ci si attiene.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

de Paris, an 1756. p. 50). Mr. LICHTENBERG Prof. de Physique à Göttingen vient de refuter l'opinion de Mr. ROMIEU, et d'expliquer le phénomene d'une autre maniere plus plausible, comme on va voir; cependant son explication me paroissant encore défectueuse, je soupçonnai, dès les premieres expériences que j'entrepris, que la principale cause n'étoit pas celle sur laquelle il appuyoit le plus mais bien une autre à la quelle il touchoit à-peine: et le suite de mes expériences, que j'étendis et variai beaucoup ayant confirmé dans mon opinion, me conduisit plus loin, à modifier et rectifier, celle-ci même, comme on verra. Je fus conduit à la connoissance du phénomene, même comme à celle des opinions de Mr. ROMIEU et LICHTENBERG par une savante dissertation latine sur le Camphre que mon Savant Collegue et ami Mr. FRANK Professeur de Medecine pratique à l'Université de Pavie, directeur du grand Hopital, et de la Faculté Medicale, eut la bonté de me communiquer: le titre de cette dissertation est DAV. AUG. FRID. KOSEGARTEN De Camphora, et partibus quae eam constituunt, Goettingae 1785.

Pour mettre le Lecteur à portée de ce que les autres ont fait et opiné et de ce qui j'ai fait et opiné moi-même, je rapporterai ici entiers le §. XLV, et XLVI, de la Dissertation que je vien de citer avec la lettre de Mr. LICHTENBERG, qui s'y trouve inserée.

Digitized by Google

Delectus opusculorum medicorum, Vol. III, pg. 76 [1].

§. XLV.

Si duodecim aut quindecim frustula camphorae lineam longa et lata, vel minora in superficiem purae aquae, qua vas e vitro vel sulphure vel resina confectum, repletur, coniiciuntur, tam diu perpetuo agitantur motu, donec soluta sint, quod tempore aestatis dimidiae circiter horae spatio fieri solet, nisi potius in auram avolent; sit tamen fides apud clarissimum ROMIEU, qui, quantum ego quidem novi, primus hinc observationem instituit. Si tota superficies aquae frustulis camphorae obtegatur, nullus oritur motus. Si haec frustula quatuor lineas superent, nullus pariter motus apparet, nisi quidem pars eius accendatur: si frustula parvos oblongos figura sua cilindros referunt, fit motus mox circularis, mox spiralis vividior et magis sensibilis, id, quod etiam accidit, si aqua calida sit. Observantur saepissime, si frustula haec ad se propius accedunt, manifesti motus attractionis et repulsionis. Lentis vitreae ope animadvertitur sub illis frustulis in superficie aquae exiguum cavum, sicuti oriretur, si ex inferiori parte frustulorum camphorae flumen aëris prorumperet. Affuso vini spiritu desinit subito motus, uti etiam, si superficies aquae digito, vel metallico vel ligneo baculo tangatur; id tamen non contingit, si aqua bacillo vitreo vel sulphureo vel cera hispanica contingitur. In vase cupreo vel ferreo nullus notabilis motus apparet, sed sibi appropinquant solummodo in media superficie aquae frustula camphorae, debilibus exacta motibus congregantur, et immobilia postea ibi manent. Eo felicius autem perficitur hoc experimentum in vase e vitro, vel resina vel sulphure facto. Ex his concludit Clar. ROMIEU, haec phaenomena effectus electricitatis, et camphoram electricitati illi solum propria praeditam esse (*a*).

(*a*) Mem. de l'Acad. des Sc. à Paris ann. 1756. p. 50. N. Hamb. Magaz. B. x. St. 61. S. 90.

[1] *Questi due paragrafi appaiono pure trascritti in H* 14. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

§. XLVI.

Quod at Cl. ROMIEU observationes attinet, reiterata eius experimenta illas confirmarunt, sed conclusio huius celebris viri ab eis ad electricitatem camphorae propriam, videbatur mihi suspecta, et nimis accelerata esse: rogabam ergo praeceptorem meum praestantissimum, Celeberrimum LICHTENBERG, ut in hanc rem denuo inquireret, quam quidem benevolentiam mihi praestitit, post aliquot dies sequentes mittendo litteras [1].

[1] *A questo punto, nel testo di « Delectus opuscolorum medicorum » compare la lettera in tedesco del Lichtenberg, ed in nota trovasi, della stessa lettera, la traduzione italiana, che qui si pubblica.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Delectus opusculorum medicorum, Vol. III, pg. 79 [1].

Per corrispondere all'amicizia, e al desiderio di V. S. ho esaminato ciò, che il Sig. ROMIEU dice alla fine del noto Trattato intorno ad una particolare elettricità della Canfora; ed ho l'onore di comunicarle il sostanziale di quanto ho colle mie ricerche osservato.

Allorchè si gettano de' piccoli pezzetti di Canfora sopra l'acqua, si attraggono prima l'un l'altro, e si stringono insieme, indi tosto, massime se l'acqua è calda, si osserva un moto intestino fra que' pezzetti, i quali spesso pare proprio che si ripellano. Or questo congettura il Sig. ROMIEU essere un fenomeno dell'Elettricità; e ciò perchè: 1. la prova riesce solamente in vasi di corpi *non-conduttori*, e non in vasi di metallo; 2. perchè anche in vasi *non-conduttori* cessa tantosto il sopra indicato moto, ove venga a toccarsi l'acqua con un *conduttore*.

Io debbo confessare, che tosto e al primo aspetto mi parve assai dubbia e sospetta una tale ipotesi; e principalmente per le due seguenti ragioni. Primieramente la Canfora non possiede che una picciolissima Elettricità originaria, a segno che MUSSCHEMBROECK la colloca tra i conduttori perfetti. Quantunque questo non sia giusto a rigore, come mostrerò più abbasso, gli è però costante, che la Canfora è considerabilmente *deferente*; e l'Elettricità, che si può eccitare in piccioli pezzetti della medesima per via di strofinamento, appena è percettibile, se con artificj non si rinforza. In secondo luogo, quand'anche i pezzetti di Canfora fossero effettivamente elettrici quanto mai esser lo possono così piccioli corpi, non si comprende come nuotanti nell'acqua, anzi *intieramente tuffati*, possano per Elettricità attraersi e ripellersi. L'Elettricità in vece di formare loro d'attorno un'atmosfera, verrebbe a comunicarsi all'acqua, e a diffondervisi equabilmente; e allora non potrebbero essi attrarsi mutuamente o ripellersi più di quello che facciano due pallottoline

[1] *Il testo di questa lettera del Lichtenberg, si trova in H* 14 *tradotto in francese.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

di sughero elettrizzate in uno spazio vuoto d'aria. Ma queste sono teorie; e non è così, che combatter si deono le sperienze di uomini rinomati: vengo pertanto ad esporre ciò, che le mie proprie ricerche mi hanno insegnato.

I vasi, di cui mi sono servito, furono un bicchiere di vetro lucido e mondo, una tazza di porcellana, che isola tanto bene quanto il miglior vetro, e un campanello da tavola d'ottone, quale, perchè si reggesse come il volea, posi in un cilindro di lastra similmente d'ottone. Quest'ultimo vase io lo scelsi per la ragione, che la sua forma mi dava luogo a ridurvi la superficie dell'acqua ad una estensione presso a poco eguale a quella che offeriva l'acqua degli altri due vasi.

Or quando infusa l'acqua ne' vasi, vi gettai sopra, o raschiai la Canfora, corsero i minuzzoli in tutti e tre i vasi, parte verso le pareti, e parte gli uni verso gli altri. Che questo sia un effetto dell'Elettricità certo niuno vorrà seriamente sostenerlo, poichè è cosa che succede con tutti i corpicelli nuotanti, che dall'acqua non siano attaccati, e con tutti anzi, quanti almeno ne ho io esperimentati, meglio che colla Canfora, e ciò per ragioni, che sono abbastanza note: quindi è che neppure il Sig. ROMIEU pretende tal cosa; ma soltanto ascrive all'elettricità un certo moto intestino, di cui verrò tantosto a parlare, il quale però anch'esso riconosce la medesima cagione combinata con un'altra. Se i frammenti non sono assai grossi, e se l'acqua è calda, si osserva tosto un interno movimento di questi corpicciuoli; alcuni vanno rotando, s'allontanano alcuni, e fuggendosi corrono verso altri, e avvien finanche, che un intiero sistema dei medesimi, cioè molti insieme uniti si stacchino come violentemente dal grosso mucchio ec. Tutto questo ho io osservato in tutti tre i vasi; cosicchè appena comprender posso come sia ciò sfuggito al Sig. ROMIEU: poichè sebbene la prova non riesca sempre, singolarmente quando l'acqua non è molto calda, e la camera al di più è fredda, riesce però immancabilmente col caldo, massime se non si fa che *raschiare* la Canfora sopra l'acqua. Io non ho potuto assolutamente trovare alcuna differenza tra il vaso isolato, e il non isolato, se non che una volta un tale sistema di corpicciuoli fu respinto dalle pareti del *campanello metallico*, ciò che non ho mai veduto accadere col vetro e colla porcellana. Inoltre essendo una volta l'agitazione de' minuzzoli nel vaso di vetro assai forte, vi tuffai un fil d'ottone, tenendone l'altro capo in mano; e l'agitazione, e il tumulto continuò come prima: ma immergendovi il bulbo di un termometro, tutto si acchetò all'istante, nè più ripigliò il commovimento, quantunque l'acqua fosse tanto calda, che il termometro di FAHRENHEIT salì a 130. gradi (43. e mezzo circa di REAUMUR). Una tal quiete de' nostri corpicciuoli può avere più cagioni, tralle quali sol due ne addurrò io qui. In prima la superficie dell'acqua in così piccioli vasi viene notabilmente mutata di figura, e quindi in certo qual modo più arcata e tesa, allorchè vi s'immerge un grosso corpo; ciò che basta ad interrompere e a far cessare tutti que' moti: come altresì basta, ove mai il bulbo non sia del tutto netto e mondo, la minima pellicola ch'indi venga a formarsi sull'acqua.

Digitized by Google

Tralascio ancora alcune altre prove fatte col *Condensatore* del Sig. VOLTA, le quali mi hanno convinto, che nulla vi ha qui che fare l'Elettricità.

Ma qual è dunque la cagione di questi singolari movimenti? Nessun'altra io penso che la seguente. I minuzzoli della Canfora si attraggono, come tutti i corpicelli leggeri, che galleggian sull'acqua, per cagioni già note da gran tempo; quelli però riunitisi non rimangono in quiete come gli altri corpicelli fanno, per la ragione, che mercè la grande loro volatilità cambiano ad ogni momento di figura, e di massa. Un sistema di corpi, che si attraggono l'un l'altro fino a comporsi alla quiete, già più non si mantengono in essa, e di leggieri vengono turbati, qualora cambjno di figura, di massa, e di volume. Facciasi che alcune piccole prominenze, con cui si toccano, e stanno aderenti due pezzetti di Canfora, svaporando scompajano; ne verrà da ciò, che se per di dietro, o ai lati siano più fortemente attratti, si spicchino indi, e si svellano uno dall'altro e così discorrendo. Piccioli frammenti di carta gettati sull'acqua concorrono insieme, e come accozzati si sono, così rimangono quieti e tranquilli: se si potessero ora successivamente impicciolendoli trasformare alcuni in circoli, altri in parallelogrammi, ed altri in triangoli di tutte le sorti, chi non vede, che ne nascerebbe un turbamento e commozione di tutti insieme, simile a quello di cui si tratta? Or così avviene appunto ai pezzetti di canfora galleggianti nell'acqua calda. Per nulla dire, che l'evaporazione, e dissoluzione nell'aria, che fassi con tanta rapidità, può già di per sè conciliare al corpicino qualche movimento; lo che senza dubbio è la cagione di quella agitazione, che si osserva peranco ne' pezzetti solitarj. Ma di ciò abbastanza. V. S. vede, che questa spiegazione è più naturale, che di ricorrere ad un'elettricità, di cui altronde non ci si mostra il minimo indizio, e la quale, quand'anche v'intervenisse, non sarebbe possibile, che in questa maniera si manifestasse.

Se luogo opportuno fosse questo, potrei addurre a V. S. eziandio varj altri movimenti, che ho osservati ne' fluidi, i quali molto più ancora rassomigliano a quegli eccitati dall'elettricità, eppure niente hanno che fare con essa; potrei mostrargliene finanche alcuni, che hanno l'aria di moti animali, e i quali, quantunque non mi abbiano portato ad aderire all'opinione di BUFFON circa gli animalculi delle infusioni, han però fatto tanto in me, che non truovo poi l'opinione di questo grand'uomo così ridicola, come da molti è riguardata.

Ho detto di sopra, che MUSSCHEMBROECK pone la Canfora tra i corpi non elettrici (*Introd. ad Phil. Nat.* §. 875.); essa per altro può acconciamente, ed egualmente bene essere annoverata tra gli *elettrici*. Con un grosso pezzo di Canfora, che ho stropicciato con frenella ben netta non solamente ho levato in alto de' corpicelli leggeri, ma ho potuto finanche, mediante il *Condensatore* di VOLTA, eccitare delle scintille. La sua elettricità fu negativa.

Ho l'onore di essere ec.

Digitized by Google

Digitized by Google

Maintenant qu'il me soit permis de dire mon sentiment sur cette lettre de Mr. LICHTENBERG. A la vérité on ne pouvoit mieux refuter l'opinion trop legerement avancée par Mr. ROMIEU. Celle que le Savant Prof. de Gottingue voudroit lui substituer, tirée de l'actraction à chaque instant variable est plus naturelle il est vrai; je crains pourtant, qu'elle ne soit plus ingenieuse que satisfaisante. Il a seulement touché à la veritable cause vers la fin de la lettre, où il remarque en passant que « l'evaporation et dissolution dans l'air « peut deja par elle même communiquer au corpuscule un mouvement: ce qui « est certainement la cause de celui qu'on observe dans les particules solitaires ».

Il falloit s'appuyer beaucoup plus sur cette explication que sur l'autre de l'actraction qui varie à chaque instant en raison du changement de figure des molecules du camphre, dont il fait, tant de cas, et qui pourtant contribue infinement moin aux mouvements dont il est question.

Quand on a eu sous les yeux le mouvement que Mr. fait le plus de cas, extremement vif d'une seule parcelle de camphre sur l'eau, comment outre cette rotation rapide sur son axe, qu'elle n'interrompt que rarement, pour la reprender aussitôt par ci par là en sens contraire, elle fait aussi de tems en tems des petites excursions en ligne droite, ou courbe, quand on a bien observé ces mouvements d'une particule solitaire de camphre, on voit bientôt qu'il en est absolument de même pour le mouvement d'une multitude de molecules qui nagent sur l'eau les unes près des autres [1] sans se toucher: on voit que chacune tournoye à son gré, et prend des élans comme si elle étoit toute seule, avec cela de plus, qu'elles se repoussent reciproquement tant par les tourbillons excités dans l'eau, que par les emanations copieuses lancées, qui produisent une espece de soufle. Ayant sous les yeux un verre d'eau sur lequelle on laisse tomber en raclant le camphre des particules eparses, il est aisé de remarquer au milieu de ce fretillement, que chacune a son mouvement

[1] *Le parole « près des autres » nel Mns. appaiono cancellate.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

propre, son propre tourbillon qu'on peut très bien demeler sur-tout dans les morceaux plus considerables: ce n'est donc tout au plus que pour celles qui tombent et restent quelque tems entassées et qui cependant sont agitées d'un mouvement intestin, et remuent sans cesse, qu'on pourroit attribuer en partie ce mouvement à cette autre cause que Mr. LICHTENBERG fait tant valoir, savoir l'attraction des surfaces variable à tout moment à raison du changement de figure que subissent les particules par leur rapide evaporation. Encore me paroit-il inutile d'avoir recours à une telle cause, dès que celle qui fait pirouetter chaque particule à part, est plus que suffisante pour expliquer encore le remuement des particules entassées, et surtout cette dissociation et eparpillement qui s'ensuit, et qu'on expliqueroit difficilement par un principe d'attraction. Ainsi sans nier absolument que l'attraction de cohésion contribue à ces sortes de mouvements, je crois pouvoir affirmer que son effet est si peu sensible vis-à-vis l'autre cause mechanique de repulsion, qu'à peine doit on la faire entrer, en faire cas dans l'explication du phénomene qui nous occupe. C'est le sentiment que je portai dès les premieres experiences que je fis après avoir lu la lettre de Mr. LICHTENBERG rapportée ci-dessus: laissant donc son explication favorite qu'il developpe très-ingenieusement, je saisis avidement l'autre à la quelle il ne fait que toucher en passant, savoir du torrent des *vapeurs* lancées en l'air qui reagit contre la molecule evaporante, et je tachai de la étager de developper quelques preuves.

En considerant un petit morceau de camphre flottant sur l'eau, et par-là très-mobile, reflechissant à la prodigieuse volatilité de cette substance et supposant que ces vapeurs sont lancées avec impetuosité, ou qu'elle consiste en un fluide elastique, je vis que cette espece de soufle qui naturellement se feroit plus fort dans quelque partie de la surface du morceau de camphre, à une des extrémités p. ex. devoit par son impulsion contre l'air et sa reaction sur la particule faire reculer celle-ci, tantot en ligne droite dans le seul cas que la direction du soufle passe par le centre de gravité de la particule: aussi voit-on que cela arrive très-rarement, et que les particules acquieront pour la plupart un mouvement de rotation, sans doute parceque la retropulsion est oblique. J'aimois à me representer l'un et l'autre de ces mouvements dans ceux des *fusées*, et des *rouees d'artifice*: voila, me disais-je, l'éruption visible et impetueuse des vapeurs du fluide elastique developpé de même de la poudre, poussent en sens contraire et fait tourner des masses lourdes, telles que les fusées et les roues; ce phénomene a lieu en petit lorsqu'un tourrent de vapeurs invisibles lancées avec une force proportionnelle par une particule de camphre qui repose très mobile sur l'eau, chasse en arriere cette particule ou la fait tourner.

Explicationem hic allatam illud mirifice confirmare videtur [1].

[1] *Il Mns. termina con queste parole in latino, con le quali è richiamata la parte pubblicata alla pagina seguente.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Delectus opusculorum medicorum, Vol. III, pg. 127.

« Explicationem nostram superius allatam illud mirifice confirmat quod nuper expertus sum (adiuvante potissimum, atque his omnibus tentaminibus una manum admovente Cl. BRUGNATELLI Med. Doctore, ac Chemicarum rerum studiosissimo), nempe non minuscula tantum ramenta, sed frustula Camphorae pollicem et ultra crassa, aquae immissa, impetu quodam hac illac ferri, inque gyrum revolvi, statim ac accenduntur. Quis enim non videt hoc erumpente vaporum quasi vento evenire? Scilicet quod magna vis effluviorum flammam efformantium massam mobilissime iacentem versatilemque retro pellit, uti iam de *Pyrobolis* adnotatum.

« Sed heic finem experimentis imponere nolui, ultraque progressus sum. Vix enim animo insederat concepta ac tradita phaenomeni ratio, cum suspicio mihi oborta, quae statim in firmam opinionem crevit, sic ut eventum tibi, Vir doctissime, et laudato BRUGNATELLI praenunciare ausus sim: fore nempe ut *Flores Benzoes*, eadem ferme cum Camphora volatilitate praediti, similes ederent effectus; iterumque similes ederet *Alkali volatile concretum*, dummodo sineret maxima huius solubilitas in aqua. Jam vero cum ad experimenta me contulissem, omnia expectationi apprime responderunt; vidique non sine voluptate *Florum Benzoes* splendentes ac plumosas lamellas confertim aquae iniectas pluribus in locis dissociari; iterum alias ab aliis divelli (hocque crebrius, ac melius quam ipsa Camphorae ramenta); seiunctas vero hac illac discurrere, motum rotatorium concipere, diuque retinere, licet aliquanto minus quam frustula Camphorae: qui motus vertiginis continenter fiebat incitatior, inque minutis particulis evaserat ultra fidem pernicissimus, non secus ac in particulis Camphorae contingere consuevit. Huiusmodi experimenta cum *Floribus Benzoes* primum capta sunt, me admonente, a saepius laudato BRUGNATELLI; mox a me ipso, cui ille aderat comes; tandem postquam iterum ac tertio repetita sunt, eadem tibi ostendere curavi, qui ea amico plausu excepisti, Vir officio, consuetudine, studio mihi coniunctissime. Sed et *Alcali volatile concretum* (sumebatur Sal volatile Cornu Cervi) phaenomenon

Digitized by Google

praebuit cuiusdam subsultus ac rotationis supra axem particularum aquae immissarum, quamdiu hae ab aqua sustentatae, nec solutae manserunt; sed mox vel evanescebant solutae, vel demersae fundum petebant. Igitur non nisi per aliquot minuta secunda huiusmodi rotationem prorsus insignem contemplari dabatur: insignem, inquam; ocyssime enim evenit, ac ultra conceptum rapidissima extat, vel a primu attactu aquae. Quod sane consentaneum est naturae ipsiusmet alkali; cum longe maiori volatilitate gaudeat quam Camphora, ac *Flores Benzoes* ad idem experimentum abhibiti.

« Cum hisce tentaminibus incumberem in officina quadam pharmaceutica, nuperrime adstitit Juvenis Apothecarius, qui cum ex voto succedere tentamina cum *Floribus Benzoes* vidisset, consulto obtulit mihi *Sal Succini*, quod et ipsum acidae naturae sit, concretum, et volatile, non secus ac supradicti flores. Porro et cum *hoc Sale Succini* bene cesserunt experimenta. Quin novum atque elegantissimum adparuit spectaculum: particulae enim salis aquae inspersae vix hanc attigerant, continuo eiusdem superficies progredientibus late circulis vivissimos iridis colores referentibus maculatur, ac veluti pellicula versicolore tota quanta est obducitur. Quilibet vero annulus huiusmodi pelliculam efformans non eundem servat colorem, sed pedetentim immutat, quo pergit dilatari; procul dubio eadem ratione ac ad varios colores successive transit pellicula bullae saponaceae, dum inflata diducitur, et usque et usque attenuatur. Iam vero phaenomenon hoc effluentis e *Sale Succini* substantiae, quae omnigenos ac mutabiles colores, iucundo sane spectaculo, aquae faciei superinducit, dum multiplices ipsas excursiones ac rotationes particularum huiusce salis aquae innatantium comitatur, patentem eorundem motuum caussam sub oculos ponit: videlicet massulae inde retropelluntur, quo copiosius effunditur memorata materies aquam obducens, laetissimisque coloribus suffundens. Quam eiaculationem, si ita loqui fas est, ipsis demum oculis cernimus; cernimus sicuti iniecta nova massula huiusce salis, illico ab attactu universa aquae facies prope concutitur, efformatique iam antea annuli colorati undequaque difflantur; quis dubitet ab effluvio se se in orbem dilatante? Cernimus, praeter quamplurimas supra axem rotantes, nonnullas huc illuc transcurrentes massulas longam latamque post se veluti caudam trahere, quales Cometae caudati repraesentantur: hocque iterum quis non intelligat fieri ex eodem torrente effluviorum forte ad aliquam partem longius procurrentium, qui torrens a massula salis inde repulsa retro relinquitur? Quid quod huiusmodi cauda in spiram ipsa contorquetur, cum frustulum super axe rotatur? Forsitan ex hoc ipso maior heic reactio contingit, quod contra aquam ipsam fit incursus materiae e sale effluentis, secus ac accidit effluviis Camphorae quae tantummodo contra aërem nituntur. Sed enim quid vetat admittere et horum effluviorum, pro parte saltem, nisum contra faciem aquae, in quam incurrere quodammodo debent? Atqui nihil supra ipsam relinquunt!

Digitized by Google

Nihil fortasse, quod postmodum non avolet; nihil conspicuum: at quid ni aliquid inconspicuum? Videbitur hoc non prorsus improbabile ei, qui plures velit expendere circumstantias, observaveritque accidere, uti postquam nonnulla frustula Camphorae longius aquae insederunt, non amplius rotentur, nec porro rotentur nova quaelibet ramenta eidem aquae immissa; verum omnia quiescant. Cur non igitur infectam dicamus aquam illam, seu obtectam adhaerentibus Camphorae exhalationibus, licet inconspicuis; unde ulterior contra ipsam aquam effluxus languescit ac cessat? Equidem si haec admittantur, una eademque ratio constabit pro motu molecularum *Salis Succini*, molecularum *Florum Benzoes* et *Camphorae*; et quidni etiam *Alkali volatilis*? Si vero non admittantur, iam non amplius convenient in omnibus et per omnia; sed *Sal Succini* unice (ni forte addas *Flores Benzoes*) aget modo sibi proprio ac peculiari. Veruntamen hic modus neutiquam refragatur sententiae nostrae, quae sarcta tectaque remanet: id enim unum contendimus, caussam proximam, nempe effectricem motus apprime vertiginosi, aliorumque motuum, qui observantur in frustulis tum Camphorae, tum reliquorum corporum insigni volatilitate pollentium, aquae innatantibus, esse copiosum ac validum ex ipsis vaporum effluxum, seu strictius loquendo ambientis fluidi contra illorum quasi torrentem renixum. Quodlibet tandem sit hocce fluidum reagens, sive Aër sit, sive aqua ipsa, cui frustula illa irrequieta innatant.

« Plures aliae, praeter memoratas substantias, a nobis tentatae sunt. Speraverat adstantium aliquis phaenomena descriptis similia obtineri posse a quibusdam corporibus insigniter odoriferis, uti sunt *Moschus*, *Castoreum*, *Ambra*. Sed cum effluvia, quae ab his emittuntur, licet magnum late spargant odorem, non ea quantitate sint, ut sensibile ponderis decrementum, vel post longum tempus, deprehendatur in massa evaporante; cum non valida, sed prorsus blanda eruptione fiat talis exhalatio; contigit, ut cum horum ramenta aquae immitterentur, exspectati motus non comparuerint: quod probe senseram, dixeramque antequam experimentum institueretur. Caetera corpora, quae similiter nihil prodiderunt, non vacat recensere. Restant adhuc quae non inutiliter fortasse tentabuntur, quaequa lucem novam hac super re afferre poterunt. Interea nonnulla heic adnotanda ducimus in gratiam illorum, quibus animus esset elegantissima huiusmodi experimenta repetere. Oportet igitur ut aqua non sit frigidissima: quo calidior tum ipsa, tum aër, melius. Sed et puritas aquae, ac mundities ipsius vasis multum refert. Si massa aquae sit inquinata heterogeneis, si illius superficies vel leviter conspurcata materia pingui, quin et pulvisculo conclavis aut vestium, exspectati motus particularum sive *Camphorae*, sive *Florum Benzoes* non contingunt, aut admodum parvi, ut vix obiter cospiciantur. Juvat tunc, saepiusque, quando etiam nulla apparet pellicula aquam obducens, omnino iuvat concussione vasis excutere aquam ipsam, ut tali subsultu pars ipsius extima quoquomodo conspurcata

Digitized by Google

proiiciatur in terram, ac reliqua mundior remaneat in vase. Minor diligentia requiritur pro *Sale Succini*, cuius frustula quaelibet, nunc ad diversas plagas excurrere, nunc super axe velocissime rotari adhuc pergunt, postquan pellicula versicolore tota aquae facies obducta est. Iam inter ipsas aquas fontanas magna se prodit differentia; sunt enim quae ut ut pellucida, vix omni adhibita diligentia sinunt immissa sibi frustula *Camphorae*, aut *Florum Benzoes* lamellas, concitari, ac de more in vorticem agi. Annon hinc novum depromi poterit Criterium pro detegenda aquarum impuritate? Caeterum non sola aqua hisce experimentis opportuna; namque et in vino contingere vidi eosdem motus particularum *Camphorae* et *Florum Benzoes*, nec multo languidiores; nullimode vero in spiritu vini, a quo dictae particulae male sustentantur, ita ut continuo fundum petant; neque pariter in oleo olivarum etc. ».

Digitized by Google

CXXVIII.

DESCRIZIONE DELL'EUDIOMETRO AD ARIA INFIAMMABILE

IL QUALE SERVE INOLTRE DI APPARATO UNIVERSALE PER L'ACCENSIONE AL CHIUSO DELLE ARIE INFIAMMABILI D'OGNI SORTA MESCOLATE IN DIVERSE PROPORZIONI CON ARIA RESPIRABILE PIÙ O MENO PURA; E PER L'ANALISI DI QUELLE E DI QUESTE:

INVENTATO E PERFEZIONATO DAL SIG.

D. ALESSANDRO VOLTA

SOCIO DI MOLTE ACCADEMIE, PROFESSORE DI FISICA PARTICOLARE E SPERIMENTALE NELLA R. I. UNIVERSITÀ DI PAVIA

1790.

FONTI.

STAMPATE.

Br. Ann.: T. I, 1790, pg. 171; T. II, 1791, pg. 161; T. III, 1791, pg. 36.
Ant. Coll. T. III, pg. 197.
Journal de Physique, T. LX, Nivôse an XIII (1805), pg. 151.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: G 24; **G 37;** G 34; G 34 bis; **G 25;** G 33.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Br. Ann.
DATA: da Br. Ann.

G 34: è una minuta, con correzioni ed aggiunte, di una lettera in francese, stesa su otto fogli di quattro pagine ciascuno, la quale, dal contesto, risulta scritta nel 1785.

Digitized by Google

Questa lettera, in cui manca il nome del destinatario, si presenterebbe come la risposta ad una lettera dell'Achard (Cart. Volt. G 33), in data 5 luglio 1785, nella quale l'Achard chiedeva al V. una particolareggiata descrizione dell'eudiometro. Non si pubblica G 34, perchè è completamente assorbita da Br. Ann.

G 24: è una seconda redazione di una parte di G 34, e risulta essa pure assorbita da Br. Ann.; non si pubblica.

G 25: è un Mns. autografo di 7 pagine scritto in francese, con numerose correzioni ed aggiunte, e con richiami di figure, che mancano nel Mns. Si presenta come parte di una lettera (senza data e senza indicazione del destinatario), la quale dal contesto risulterebbe scritta nel 1785. Di G 25 si pubblica in nota solo un brano, essendo per il resto assorbito da Br. Ann.

G 37: è un Mns. di 10 pagine, che si può ritenere costituisca la prima redazione di una lettera scritta al Lichtenberg nel 1787, sostituita poi da un'altra lettera, della quale I 30 α sarebbe la minuta autografa. I Mns. G 37 ed I 30 α hanno in comune la prima pagina, dopo la quale G 37 continua colla esposizione di argomenti di eudiometria, mentre I 30 α presenta invece la trattazione di argomenti riguardanti l'elettricità. Per I 30 α vedansi le note di frontespizio nel N. LXXXIX (A) del Volume quinto. Si pubblica, alla fine di questo Numero, solo qualche parte di G 37, risultando il resto tutto assorbito da Br. Ann.

G 34 bis: è un fascicolo, scritto di mano del V., che porta sulla copertina il titolo: « *Sperienze Eudiometriche* ». Esso presenta, da pg. 1 a pg. 19, risultati di esperienze compiute dal 25 febbraio 1786 al 13 settembre dello stesso anno: nelle ultime due pagine, sotto il titolo: « *Continuazione delle Sper. Eudiometriche* », presenta la relazione di quelle compiute dal 15 gennaio 1788 al 23 aprile 1789.

Journal de Physique T. LX, Nivôse an XIII, pg. 151: è un brano di una memoria di A. Humboldt e J. F. Gay-Lussac: « *Expériences sur les moyens eudiometriques et sur la proportion des principes constituants de l'Atmosphère* ». Si pubblica questo brano per le considerazioni che contiene, le quali riguardano il grado di esattezza delle esperienze che si posson compiere coll'eudiometro del V.

Il Gay-Lussac si occupò ripetutamente dell'eudiometro del V. curandone il perfezionamento di taluni particolari (vedasi Ann. de Chim. et Phys. T. IV, 1817, pg. 188, e T. LXVI, 1837, pg. 443).

Digitized by Google

Br. Ann. T. I, 1790, *pg.* 171.

Quando primamente scopersi, che l'aria infiammabile potea di leggieri accendersi per mezzo d'una mediocre, ed anche picciola scintilla elettrica, non solo sulla bocca aperta de' vasi, il che era già noto, ma ben anche entro ai medesimi perfettamente chiusi, sol che vi si trovasse mescolata con sufficiente dose d'aria respirabile; la qual cosa mi fece tosto nascer l'idea, e mi portò alla costruzione tanto della pistola ad aria infiammabile, che si chiama ancora dal mio nome, quanto della lucerna, che altri ha creduto arrogarsi (*a*); pensai bene fino d'allora, che non dovea arrestarmi a tali semplici applicazioni ed esperienze più di divertimento che altro, ma profittare della mia scoperta per portare più innanzi le ricerche sulla natura e costituzione d'ambedue le arie richieste all'infiammazione, e sull'infiammazione medesima. Ecco infatti come mi esprimeva nell'ultima delle tre *Lettere sopra la Costruzione di un Moschetto e di una Pistola ad aria infiammabile* [1] pubblicata nella *Scelta di Opuscoli* di Milano nel corrente dell'anno 1777. in seguito ad altre sette *sull'Aria infiammabile delle Paludi* [2] stampate poco prima a parte (*b*); la quale

(*a*) È stato stampato a Strasburgo un Opuscoletto col titolo *Description et usage de quelques lampes à air inflammable* 1780., dove l'autore, che è il Prof. EHRMANN, attribuisce l'invenzione al Sig. FÜRSTENBERGER di Basilea; quando il vero si è, che avendo io il primo immaginato e costrutto più d'una di tali lucerne, e ridottele a segno di servire d'*accendi-lume* fin dalla Primavera del 1777., poco dopo cioè l'altra mia invenzione della *pistola ad aria infiammabile*, ne avea mostrata l'idea nell'Autunno seguente all'istesso Sig. FÜRSTENBERGER non solo, ma al Sig. BARBIER DE TINAN a Strasburgo, e a diversi altri nella Svizzera, in occasione di un viaggio che feci. Non parlo di que' molti, a cui già aveva mostrata tal macchinetta costrutta, tanto a Como mia Patria, quanto a Milano.

Nel 1779. poi, epoca anteriore ancora d'un anno alla pubblicazione dell'Operetta de Sig. EHRMANN, ebbi occasione di mandare una di queste lucerne o accendilumi a Firenze che feci costrurre dall'abile Macchinista dell'Università di Pavia Ab. RE pel fu Mylord Principe di COWPER, a cui io l'aveva già da un pezzo promessa.

(*b*) Se ne hanno più traduzioni Tedesche e Francesi, fra le quali una di tutte le 10. lettere insieme, che è del Sig. BARBIER DE TINAN, Strasburgo 1778.

[1] *Vedasi il N.* CVIII, *del Volume sesto.* [*Nota della Comm.*].

[2] *Vedasi il N.* CVI, *del Volume sesto.* [*Nota della Comm.*].

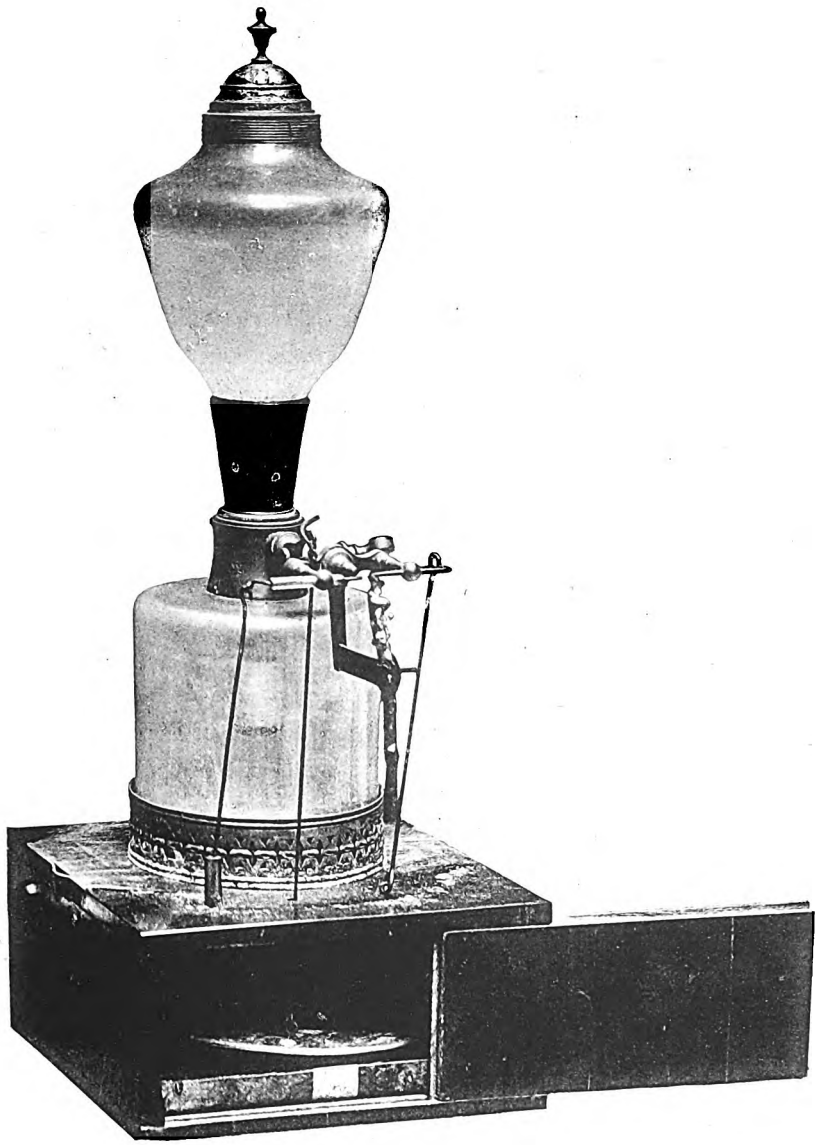
Digitized by Google

terza Lettera ha giusto per oggetto principalmente le utili applicazioni dell'anzidetta scoperta. « Ho prevenuto, e già più d'una volta, che le sperienze « della pistola elettrico-aereo-infiammabile, ed altre analoghe guidano a ri- « cerche, e scoperte interessanti. In primo luogo io dicea, che cotesta pistola « può servire ad uso d'un *provino*, ossia a paragonare la forza d'esplosione « delle arie infiammabili di diversa fatta, della metallica, di quella estratta « da' vegetabili ed animali colla distillazione, della nativa delle paludi, ec., « miste in tutte le proporzioni coll'aria comune, colla deflogisticata, con altre « arie. Basta a tale oggetto adattare ec. ». E poco dopo « Non può non for- « nirci qualche nuovo lume l'esperimentare lo scoppio dell'aria infiammabile « tanto in istato di gran rarefazione, quanto in quello di condensamento. « Or l'espediente di accenderla nel chiuso con qualunque scintilla elettrica « renderà queste prove facilmente praticabili. Se si adatti alla bocca della « pistola ec. ». Soggiungeva finalmente riguardo alle ricerche più istruttive. « Non è di poca importanza il sapere qual mutazione accada all'aria infiamma- « bile nell'accensione; e in quale stato dopo si ritrovi. Cresce ella, o diminuisce « di volume? Si scompone, come fa l'aria nitrosa, in contatto della comune; « o nò? In tutto; o in parte? Fassi alcuna precipitazione? E di che? Alcune « di queste questioni io le ho già risolute, e posta la verità in un chiaro lume « d'evidenza, mercè di sperienze variamente combinate tra colla pistola, tra « con apparati simili. Ho dimostrato primieramente, che l'aria infiammabile « non che scemare di volume, tutta si scompone, perde l'abito aereo, spa- « risce..., e dippiù anche diminuisce, in conseguenza di flogisticarla, l'aria « comune, entro a cui s'accende. Di ciò mi sono accertato con tre maniere di « tentativi ». E qui passo a descriverli, ed a riferirne i risultati per ben otto pagine fino al termine della Lettera.

I primi due modi, meno esatti, ed insieme più imbarazzanti, furon dopo alcune prove, che corrisposero abbastanza all'intento d'allora, da me abbandonati; onde ritenuto avendo soltanto il terzo, m'applicai successivamente a perfezionarne l'apparato, finchè a capo di due anni lo ridussi al segno, a cui anche in oggi si trova: tale cioè, che non saprei cosa ormai desiderare si possa per renderlo o più comodo, o più esatto, nel tempo che serve ad una moltitudine e varietà incredibile di sperienze. Lo chiamo comunemente *Eudiometro ad aria infiammabile*; ma esso è ben più che Eudiometro: è un Apparato universale per tutte le sperienze e ricerche sull'infiammazione delle differenti arie, che immaginare si possano, eccetto quelle soltanto che richiedessero d'essere fatte molto in grande: Apparato acconcio ben anche a mostrare in che si converta ciascuna di tali arie infiammabili, che ardendo si consuma, ossia sparisce, e la corrispondente dose d'aria respirabile, che sparisce pure con quelle.

Or siccome a codesto Apparato ho fatto una dopo l'altra diverse addi-

Digitized by Google



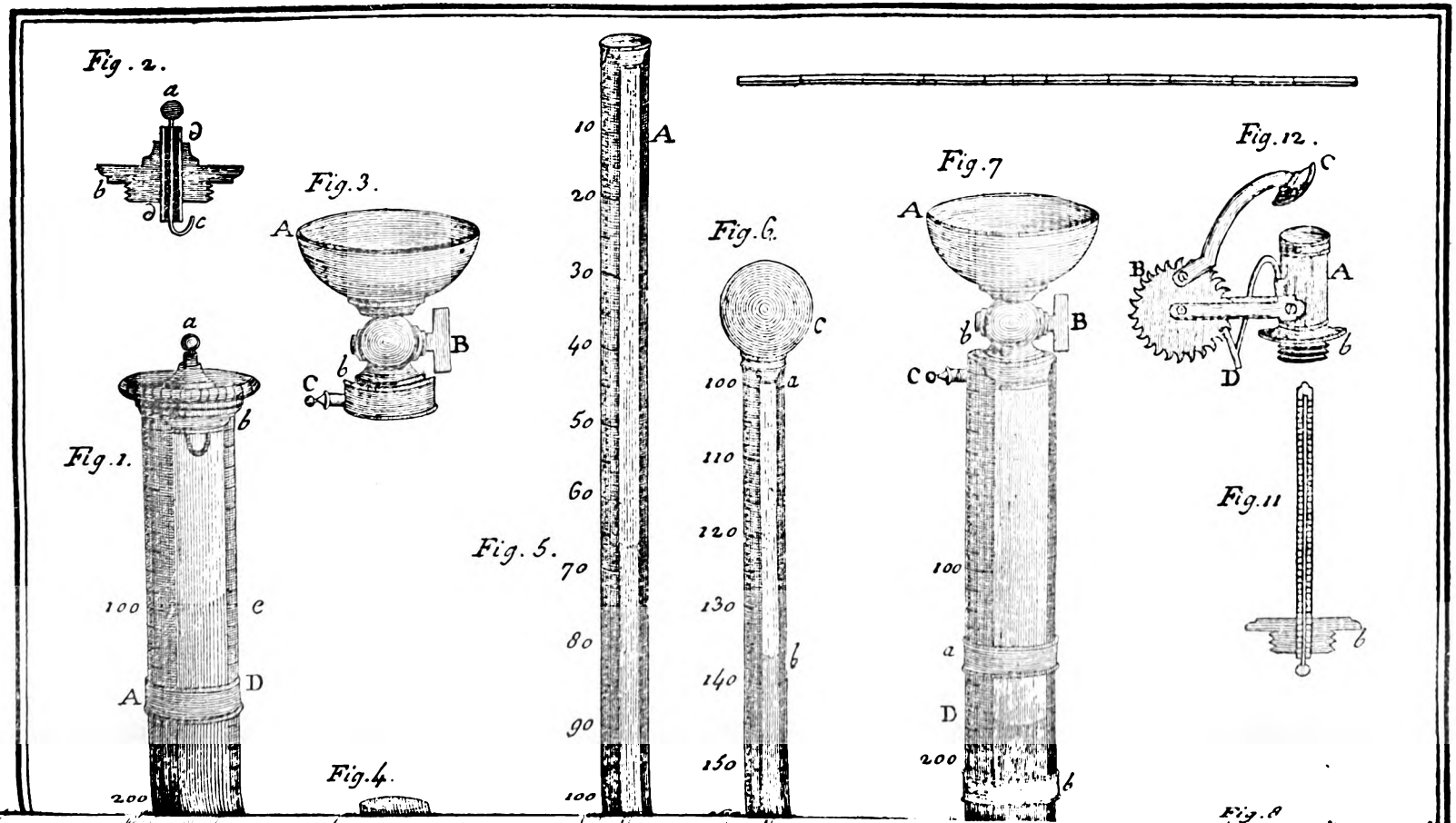
Lucerna ad aria infiammabile (N. CXXVIII, pg. 175).

(Dalle fotografie dei Cimeli scientifici di A. Volta, già posseduti dal R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere in Milano).

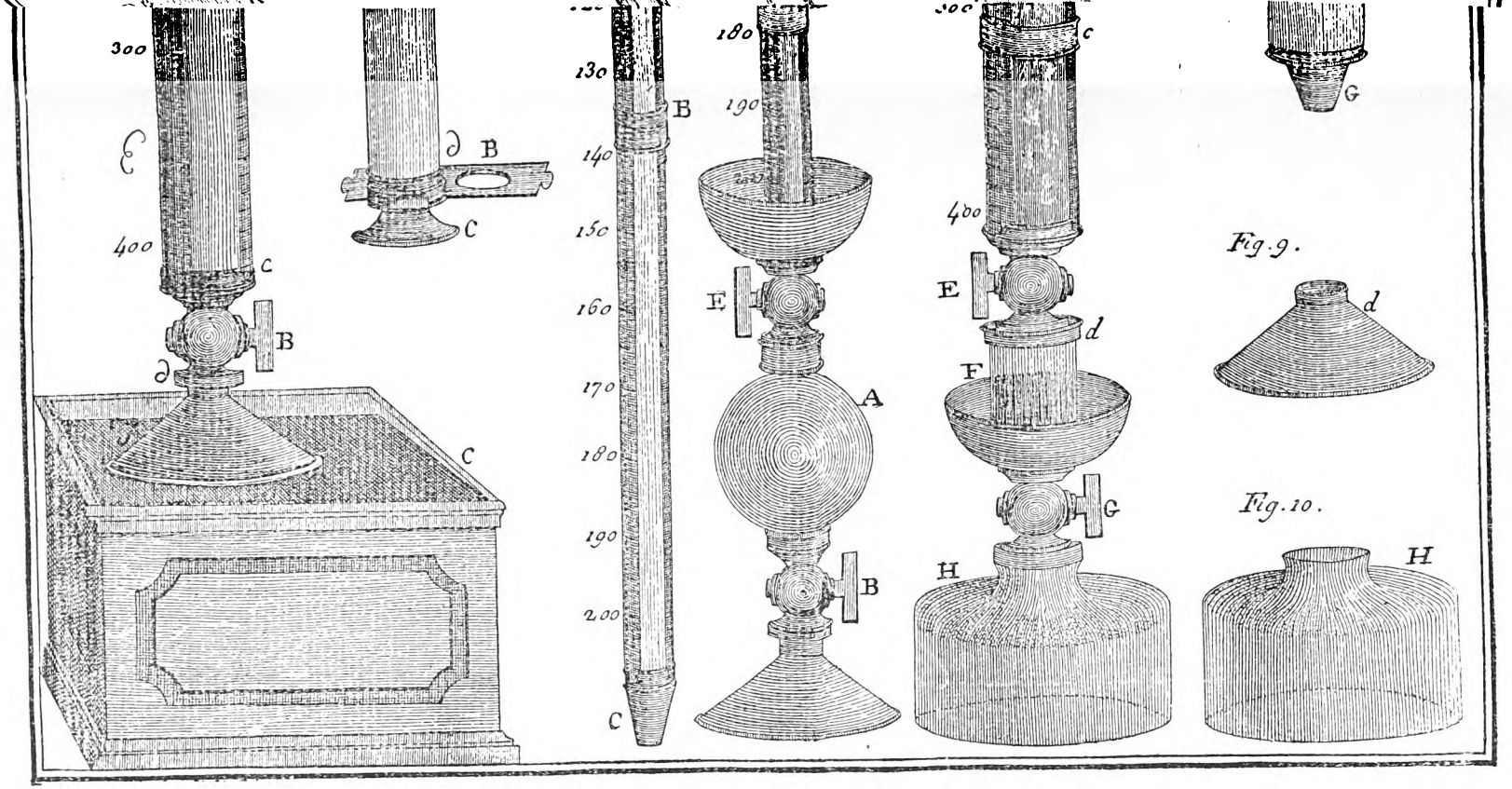
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google



Eudiometro ad aria infiammabile (N. CXXVIII, pg. 177 e seg.).

(*Da* Br. Ann. T. I, 1790).

Digitized by Google

Digitized by Google

zioni e correzioni; così volendone qui dare una compiuta descrizione, trovo opportuno di presentarlo nelle varie forme, che ha mano mano ricevute, cominciando dalla più semplice.

Ecco dunque la prima di tutte le costruzioni, accennata piuttosto che descritta nella sopraccitata lettera, delineata poscia e spiegata un po' meglio (assieme ad un altro apparato più composto ad uso di Eudiometro) in un'altra mia al D.r PRIESTLEY de' 2. Settembre dello stesso anno 1777. che trovasi parimente inserita nella *Scelta di Opuscoli interessanti*: *in Milano* [1].

« *A B* [2] è un recipiente cilindrico di cristallo grosso, del diametro d'in-« torno a un pollice, e lungo 14. o 15.: *d d* sono due palle annesse a due fili « d'ottone, i quali attraversano il turacciolo di sughero, che spalmato di ma-« stice chiude esattamente l'apertura superiore del recipiente. S'empie d'acqua « questo recipiente, si capovolge, e se ne attuffa la bocca in un vaso pieno « d'acqua *E*: s'introducono per essa, che è fatta a imbuto, quelle misure, che « si vogliono d'aria infiammabile e di comune. Ciò fatto, e tenendo con una « mano uno de' due fili metallici *d*, si fa scoccare, in quel modo che più torna « comodo, una scintilla elettrica contro la palla *d* dell'altro filo. Questa scin-« tilla ripetendosi in *c*, cioè nel picciolo spazio d'interrompimento fra le due « punte dei fili dentro al recipiente, dà fuoco all'aria contenutavi; la quale « si dilata tosto, e fa nascere una scossa nell'acqua: finita la quale scossa « l'acqua rimonta, ed accenna la diminuzione seguita nel volume dell'aria ».

Le sperienze con questo ancor grossolano istrumento mi aveano già condotto a molti risultati, quanto nuovi altrettanto importanti, che non tralasciai di riferire nell'una, e nell'altra delle citate lettere; dalle quali può vedersi fin dove io era giunto. Or qui adesso non cerco di metter di nuovo in vista nè que' risultati, nè le conseguenze e idee, che fin d'allora mi si presentarono: su questo cadrà forse in acconcio di parlare in una 2. parte di questa Memoria. Mio intendimento al presente si è di descrivere le addizioni, e nuove forme, che ha successivamente ricevuto il mio instrumento.

§. 1. Ecco dunque [3] la prima nella fig. 1. *A E* è un grosso e forte tubo di cristallo, il quale deve esser lungo un piede almeno (e meglio se lo sia 15. o 16. pollici), tanto che, adattandovisi una scala di 400. gradi, quale riuscirà molto comoda per le nostre sperienze, questi gradi vi si veggano ben distinti. Il calibro più o men grande, ed eguale per tutta la lunghezza, quant'è possibile, non debbe esser minore di 10. linee: e ciò per agevolare la pronta mistione delle due arie, infiammabile e respirabile, che s'introducono nel tubo perloppiù una dopo l'altra. Finalmente la spessezza del vetro vuolsi di 2. linee almeno,

[1] *Vedasi il N.* CX (*A*) *del Volume sesto.* [*Nota della Comm.*].

[2] *Il testo a questo punto richiama, con una nota, la figura che accompagna la lettera al Priestley* (*vedasi la tavola posta a pg.* 176-177 *del Volume sesto*). [*Nota della Comm.*].

[3] *Vedasi la tavola unita a questo Numero.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

onde resister possa alla forza d'espansione ed impeto di certi miscugli di queste arie, nell'atto che s'infiammano.

Essendo difficilissimo, per non dire impossibile, d'incontrare un tubo di questa grandezza e grossezza esattamente calibro, bisogna contentarsi di sceglierlo tale, che s'accosti quant'è possibile all'eguaglianza desiderata, e sia esente almeno da certe irregolarità troppo marcate, come sarebbero dei ventri più larghi, e delle gole più strette. Del rimanente spiegherò in appresso con quale spediente e in qual maniera si viene a capo di segnare con giustezza, malgrado il difetto di calibro, le divisioni e graduazioni necessarie.

§. 2. Una delle aperture di questo grosso tubo, che chiamerò da qui innanzi *il Recipiente*, è guernita d'una ghiera e cappelletto d'ottone *b*, *a*; adattata la prima e attaccata con buon mastice, l'altro che vi si avvita. Questo cappelletto è rappresentato a parte nella fig. 2. acciò se ne veda meglio il congegno, che lo rende atto a portar la scintilla elettrica nel recipiente: congegno non dissimile a quello, che praticar si suole nelle mie pistole ad aria infiammabile. Consiste dunque in un filo d'ottone ricurvo in *c*, e terminato in una palla o globetto in *a*, investito da un tubetto di vetro *d d*, il quale è esso medesimo inserito nel cappelletto d'ottone *b*. Questo cappelletto si avvita, come si è già detto, sopra la ghiera *b*, fig. 1. e chiude esattamente, mediante il bordo o collare *b*, e un anello interposto di cuojo ingrassato. Si vede nella cit. fig. 2. che il tubetto di vetro sporge fuori dal pezzo d'ottone *b*, sì superiormente che inferiormente, cioè in *d* e in *d*; e si comprende facilmente che ciò è fatto ad oggetto che il fil metallico *a c* resti meglio isolato. Questo è ripiegato all'insù nella sua parte inferiore; e debb'esserlo in maniera, che la punta si trovi una linea circa distante dal pezzo d'ottone, contro cui è rivolta: allora se una scintilla elettrica, che non sia neppur forte, venga a colpire il globo *a*, debbe essa ricomparire o a dir più giusto eccitarsene un'altra sulla punta *c*, e produr l'effetto, che ne aspettiamo; cioè l'infiammazione del miscuglio d'aria infiammabile e d'aria respirabile introdotte nel recipiente fig. 1., e che essa scintilla percote.

§. 3. All'altra apertura del nostro recipiente cilindrico è adattato il pezzo d'ottone *c B d F*; formato: 1. della ghiera *c*, che abbraccia esattamente il contorno del vetro, e si è, come l'altra ghiera superiore *b*, saldata con cera-spagna, od altro buon mastice: 2. del grosso *robinet* ossia chiave *B*, la quale dee chiudere bene a tenuta d'aria, ma con un quarto di giro presentare un largo foro, bastante cioè al passaggio simultaneo dell'aria e dell'acqua: e 3. della base *F* a forma di piede di candeliere, o a meglio dire d'imbuto rovesciato, per facilmente introdurvi sotto le misure d'aria, che si vogliono. Il tutto, come si è detto, d'ottone, e di un sol pezzo se si vuole: quantunque per la facilità del lavoro, e per molti altri riguardi convenga assai più di avere queste tre parti separate in guisa, da congiungerle a vite ne' due luoghi *c* e *d*, e disgiungerle a volontà.

Digitized by Google

§. 4. Si comprende bene, che fa mestieri anche qui, e da per tutto dove si avvita un pezzo all'altro, non solamente un contatto piano e sufficientemente largo degli orli a forma di collare, quali sono *b*, *c*, *d*, ma inoltre l'interposizione di un anello di cuojo pieghevole e morbido, che vi si adatti bene; e che debbe poi stringersi la vite tanto, che codesto cuojo interposto venga da' detti orli o collari in tutta la sua estensione convenientemente compresso: senza di questo il recipiente non sarebbe a tenuta d'aria quanto si richiede. Anzi non basta d'un cuojo qualunque anche arrendevole, se non è inzuppato di grasso, o almeno imbevuto d'acqua, come sanno tutti quelli, che hanno pratica delle sperienze pneumatiche. Qui però faremo osservare che pel nostro istromento, cui occorre sovente di tuffare nell'acqua o tutto, o almeno la parte inferiore, e che debbe cominciare a riempirsi prima d'acqua, e appresso vuotarsene più o meno nella parte superiore, ma non mai intieramente, ogni volta che si fanno esperienze con esso; le giunture *b*, *c*, *d* con gli anelli di cuojo ben preparati, e messi in buono stato una volta, continueranno nel loro ufficio di chiudere esattamente per assai lungo tempo, durante il quale non avran più bisogno d'altra preparazione, quand'anche fosse occorso di svitare più volte i pezzi, e rimetterli. Diviene talora necessario di disfarli così, per raggiustare il robinet, che è il pezzo che dà più pena a lavorarlo con quella esattezza, che richiedesi ad impedire l'entrata nel recipiente dell'aria esteriore; la quale fa forza d'introdursi allora massimamente, che per effetto dell'infiammazione, e conseguente scomparsa di una porzione più o men grande dell'aria rinchiusa, vi si è formato un vuoto considerabile: come mostrerò più abbasso parlando delle sperienze di questo genere.

§. 5. A che servirebbe però, che il *robinet* e le giunture chiudessero puntualmente, e a tutta prova, se poi le ghiere *b*, *c* non fossero serrate addosso al vetro, e saldamente attaccatevi in tutto il contorno, che fasciano, con mastice, in guisa da non lasciare il minimo spiraglio? Convien dunque porre molta attenzione in ciò: convien scegliere un buon mastice, che si fonda a un grado di calore discretamente forte, e si renda abbastanza scorrevole; che faccia buona presa sul vetro, e sul metallo; che raffreddandosi e indurando non lasci granelli, e non iscrepoli facilmente (*a*): convien riscaldare ben bene sì la ghiera, che il vetro (quest'ultimo con cautela, e poco a poco, perchè non si spezzi: accidente cui vanno pur troppo soggetti i vetri, e tanto più quanto più sono grossi, ove si riscaldino bruscamente); indi spalmare, intonacare cioè di un sottile strato di tal mastice, tanto le pareti interne di essa ghiera, quanto gli orli del vetro, prima d'investir quella sopra questo: ciò fatto si riscaldano così uniti tutt'intorno con un carbone acceso tenuto colle molle, e

(*a*) La cera-spagna di buona sorte ha tutte le richieste qualità; e sapendola applicar bene a queste e a simili saldature, riesce meglio di quasi tutti gli altri mastici.

Digitized by Google

che si va avvivando col soffio della bocca, tantochè il mastice scorrendo dappertutto riempia ogni vano tra la superficie metallica e quella del vetro, e li combaci ambedue in ogni punto.

§. 6. Ora per assicurarci, che tutto vada bene, cioè che e la saldatura con mastice *c*, e la prossima giuntura a vite, e il robinet *B*, chiudano a tenuta d'aria quanto fa di bisogno, si può mettere il nostro istrumento ad una facile prova, anche prima d'intraprendere le sperienze, a cui è destinato; ed ecco quale ella è. Chiuso il robinet *B*, si attuffa tutto il piede d'ottone nell'acqua fin sopra *c*, indi svitato e tolto via il cappelletto superiore *a b*, si applica all'apertura la bocca, e vi si soffia dentro con quanta più forza si può, osservando attentamente se dalla parte immersa, che comprende le commissure *c*, *d* col robinet di mezzo, scappi per avventura attraverso l'acqua qualche filo d'aria in forma di bollicine: se così è, che v'abbia uno o più peli, per cui l'aria forzata trovi un passaggio, convien notarne il luogo preciso, cioè il punto, da cui si tramandano quelle bollicine, per indi ricorrere il pezzo, e ripararlo a quel sito notato: dopo si ritorna alla prova. Può succedere benissimo, che riparata bene la prima, salti fuori un'altra magagna, un altro sottile spiraglio cioè: si aggiusti dunque anche questo difetto; e così fino a che la prova col fiato più forzato mostri, che il recipiente è a perfetta tenuta d'aria in tutta la sua parte inferiore.

Resta di porre ad egual cimento anche la parte superiore: e per ciò fare vi si avvita il suo cappelletto *a b*, che si era tolto via, e si serra quanto conviene; indi si capovolge l'istrumento, e si tuffa colla testa nell'acqua fin oltre la ghiera *b*; e svitato il piede *F* coll'annesso robinet *B*, onde poter applicare la bocca all'apertura della ghiera *c*, vi si spinge dentro il fiato, come si è fatto dall'altra parte, con quanta forza si può, per assicurarsi, che neppure dalla ghiera e cappelletto *a b* può passare l'aria comunque forzata.

§. 7. Ho detto, che il pezzo, il quale esige più travaglio per esser fatto a dovere, cioè a perfetta tenuta d'aria, è il robinet. Un abile operajo però, uno capace di costrurre delle buone macchine ed istrumenti di Fisica, soprattutto di Pneumatica, debbe saper lavorare tali robinet, che siano a tutta prova. È ben vero, che il nostro (cioè quello attaccato al piede della fig. 1.) presenta qualche maggiore difficoltà, non tanto per essere grosso, quanto pel foro del maschio *B*, che debb'essere molto largo, di 4. linee di diametro almeno; e ciò perchè l'aria possa salire attraverso l'acqua contenuta nel recipiente, e questa al medesimo tempo scolare e non arrestarsi per ingorgamento. È altresì spediente, acciò non vi nasca tale intoppo, che impedisca l'acqua di discendere e l'aria di montare pel medesimo foro, che questo sia alquanto svasato alle due estremità, cioè nelle due teste del robinet, che s'aprono una nel recipiente, l'altra nel piede della bussola: ed è non men utile che comodo di praticare alla chiave girabile ossia maschio *B* un ritegno, che gli permetta di

Digitized by Google

fare un quarto di giro, e nulla più, quanto cioè bisogna per ben chiudere e ben aprire, presentando direttamente il suo foro all'apertura per questo verso, e nascondendolo al più possibile per l'altro.

§. 8. Prendiamo ora il nostro istromento, e collochiamolo, come sta nella fig. 1. ritto in piedi sulla tavoletta della vasca piena d'acqua, di cui si fa uso per tutte le sperienze pneumato-chimiche: ma prima di così rizzarlo in piedi e collocarvelo, riempiamolo esso medesimo d'acqua. Per ciò fare si corica e si tuffa orizzontalmente nell'acqua della vasca (che deve essere più grande della qui rappresentata), e s'inclina più al basso la parte sua superiore, tantochè l'acqua possa colarvi entro per la grande bocca rivolta all'insù del piede *F*, e pel foro aperto del robinet, e sloggiare tutta l'aria contenuta nel recipiente: dopo di che si rimette sul suo dritto, e si conduce poco a poco fino a posare sulla già detta tavoletta, ponendo tutta l'attenzione di non lasciar punto sortire dall'acqua, ma tenerveli costantemente immersi, i labbri della grande apertura, ossia piede a imbuto *F*. Or acciò l'acqua li ricopra tutt'intorno prima e dopo che l'istromento è stato condotto e posto ritto in piede sulla tavoletta, è necessario, come ben si vede, che l'acqua della vasca sormonti alcun poco essa tavoletta: basterebbe, è vero, di una linea, ed anche meno; ma per comodo maggiore è meglio che la sopravanzi di più linee, e se fosse anche un pollice o due non sarebbe male.

§. 9. Si può anche riempire d'acqua il recipiente in un'altra maniera a certi riguardi più comoda. Si svita e si toglie via il cappelletto *a b*; indi voltata la chiave *B* nel senso che apre, s'immerge tutto il piede nell'acqua fin sopra esso robinet, fin sopra la ghiera *c*, e più se si vuole: con che trovandosi il recipiente aperto sì in cima che in fondo, l'acqua vi entra liberamente e per di sotto, e lo riempie fino al punto dell'immersione, il qual basta che sia sopra la chiave *B*: più o meno non importa. Allora volgendo essa chiave, si chiude; e per l'apertura superiore si finisce di riempire il recipiente d'acqua, versandovela con un orciuolo; e colmato che ne è, vi si avvita bravamente il suo cappelletto *a b*: il che sebben fare non si può senza che ne sorta dell'acqua, in grazia della parte *b d c* del cappelletto fig. 2. che penetra dentro; adoperando con bella maniera non ne esce più del dovere, e tutto tutto riman pieno il nostro recipiente d'acqua, senza che vi resti bolla d'aria. Come dunque in questa maniera non fa bisogno di coricarlo e immergerlo tutt'al lungo nell'acqua della vasca; così questa può essere assai più picciola, com'è quella *C* della fig. 1.; e non è neppur necessario che vi sia adattata la tavoletta *G*, sebben riesca ciò di molto comodo; onde può servire una catinella qualunque.

§. 10. Stando ora il recipiente cilindrico tutto pieno d'acqua, e dritto e fermo sul suo piede *F*, il quale rimanga tuffato nell'acqua di qualsisia vasca o catino una o più linee sopra i suoi orli, ed anche tutto, e fin sopra il robinet se si vuole (meglio è però che questo resti fuori, pel comodo di maneggiarlo

Digitized by Google

senza immerger le mani nell'acqua), eccoci a portata d'intraprendere con tal apparato un gran numero di sperienze non meno istruttive che belle, variandole in cento modi: giacchè introdottevi per di sotto, come è facile, una, due, tre misure ec. di questa o di quella specie d'aria infiammabile, ed altrettanto, o più, o meno di tale o tal altra aria respirabile di diversa bontà (le quali misure d'aria salendo in forma di grosse bolle attraverso l'acqua del recipiente fino alla cima ne cacceran fuori, deprimendo la colonna, altrettanta acqua); basta far giuocare le scintille elettriche contro la palla *a* del cappelletto, ciascuna delle quali per la di lui costruzione già spiegata nel §. 2. torna a scoccare sulla punta *c* del filo d'ottone ricurvo, che termina entro quel volume d'aria confinato nella parte superiore del recipiente; basta, dico, tirare così una o più scintille di discreta forza, per vedere quali sono i miscugli d'aria che possono, e quelli che non possono infiammarsi; e ciò che accompagna e siegue l'infiammazione in tutti quei casi, in cui essa ha luogo, sia riguardo alla forza di espansione, sia riguardo alla vivezza e colore della fiamma, sia riguardo alla diminuzione del volume d'aria, ec.

§. 11. Trattandosi di studiare particolarmente quest'ultimo fenomeno, che è nel medesimo tempo il più sorprendente e il più istruttivo, trattandosi, voglio dire, di determinare con esattezza la diminuzione o consunzione d'aria sopraccennata, ci bisognano prima di tutto delle misure esattissime; e non è così facile, come può sembrare a prima vista, di averle. In primo luogo s'incontrano delle difficoltà a introdurre nel nostro recipiente in diverse volte delle quantità d'aria precisamente eguali, come si vorrebbero: non bastando a ciò di servirsi sempre della stessa boccettina o dello stesso tubo per misura; giacchè riempiuto sì l'uno che l'altra prima d'acqua indi d'aria sott'acqua, come conviene, l'aria perloppiù sporge dalla bocca in forma di una bolla emisferica, or più, or meno grande; e se anche cerchiamo di tagliarla questa bolla d'aria protuberante, di tagliarla, dico, rasente l'orificio col bordo della tavoletta, che sta nella vasca, strisciandovi sopra bel bello i labbri di esso orificio, o non si lascia tagliare tal bolla, e vi si comprime in vece dentro, o spezzandosi avviene che o troppo o poco se ne tolga via, secondo che l'accidente porta, e mai o quasi mai la porzione giusta. Una seconda difficoltà, ossia cagione di errore considerar conviene nel calore comunicato all'aria nella boccettina o tubo che serve di misura, pel contatto della mano; il qual calore dilatando essa aria, e ciò più o meno, secondo che la mano medesima è più o men calda e vien toccando in più o men punti, e più o men lungamente que' piccioli recipienti, fa che contengano aria or più or meno rara, e quindi non sempre un'eguale quantità della medesima.

§. 12. Tanto l'una però, che l'altra di queste difficoltà e cagioni d'errore, e sì di errori molto notabili, sono tolte si può dire del tutto, qualora ci serviamo per misura del picciolo istromento immaginato dal Sig. FELICE FON-

Digitized by Google

TANA per il suo Eudiometro ad aria nitrosa, e che per la sua esattezza fu tosto adottato dai Fisici occupati particolarmente nelle sperienze pneumato-chimiche. Questo strumento, che serve a darci delle misure d'aria sempre eguali, vedesi rappresentato nella fig. 4. e consiste nel tubo di cristallo *A* chiuso in cima, aperto in fondo dove è piantato e saldato con mastice o cera nel piede d'ottone *d C*, nel quale è praticato un taglio, per cui scorre orizzontalmente, radendo l'orificio del tubo, la lastretta *B* forata nel mezzo, in guisa che quando è cacciata dentro coincidono i labbri di tal foro con quelli di esso tubo o misura, e quando è tirata fuori, come si vede nella fig., chiude e separa la capacità cilindrica superiore *d A*, cioè quella della vera misura, dalla conica inferiore cioè del piede *C*. Con questa artifiziosa costruzione, quando o reggendola con due dita cotal nostra misura piena d'acqua, o meglio posandola sopra il foro della tavoletta della vasca, in guisa sempre che il suo piede *C* peschi nell'acqua, vi si fa passar sotto quella specie d'aria che si vuole, fino a scacciarne tutta l'acqua, fino a che l'aria medesima ne sbocchi dall'orlo *C*, facendo allora scorrere dolcemente la lastretta *B*, si viene a tagliar netta la colonna d'aria, e ad averne sempre l'istessa quantità: il dippiù, che resta sotto la detta lastretta nella cavità del piede, si fa sortire inclinando l'istromento, e coricandolo quasi orizzontalmente, col piede *C* sempre sott'acqua, dal quale vedesi sortire cotal aria in forma di una grossa bolla, o di due. Gettata via così quella poca aria che sopravanza alla misura, si apre questa con ricacciar dentro la lastretta *B*; e portandone l'orlo del piede *C* sotto quello del piede *F* del recipiente grande (fig. 1.) si fa passare in questo, mediante l'inclinar tanto la misura (fig. 4.) che *C* venga più alto di *A*, tutta l'aria che essa contiene.

§. 13. Non importa nel fare tutto ciò, che si tocchi e si scaldi colla mano codesta misura; giacchè l'aria compresa nella capacità superiore alla lastretta *B* non può sortirne, nè prima quando questa chiude, nè dopo che le presenta il suo foro; essendovi sotto la medesima nella cavità del piede *C* più acqua di quella possa venir cacciata fuori da detta aria dilatata quanto più è possibile dal calor della mano. Gli è dunque soltanto allorchè si sta introducendo l'aria nella misura, e finchè non si è tagliata fuori colla lastretta *B* la giusta porzione d'aria da quella che sopravanza, gli è durante questo tempo, che schivar bisogna di applicar la mano al cilindro *A d*: per lo che sarà spediente non toccar mai altro che il collo del piede *C*, e con sole due dita; ed anche non toccarlo che il meno possibile, prima di effettuare colla lastretta *B* il già detto taglio dell'aria. Ed ecco il perchè ho accennato qui sopra (§. 12.) esser bene che la nostra misura (fig. 4.) si tenga in piedi da sè posata sopra la tavoletta *G* della vasca (fig. 1.) nel tempo che si riempie d'aria, anzichè tenerla sospesa colla mano.

§. 14. Un'altra non inutile avvertenza è quella di non tenere troppo profondamente immerso nell'acqua il piede *C* della misura allorchè si fa scorrere

Digitized by Google

la lastretta *B* per tagliar giusta la colonnetta d'aria. E ciò per la ragione, che più si affonda, e più l'aria introdottavi vi si condensa per la pressione dell'acqua esterna che sta sopra il livello. La differenza però che può nascere da questo è picciolissima e affatto inconsiderabile, se l'acqua al di fuori non sopravanza che di alcune linee l'orlo del piede *C*; giacchè ci vogliono vicino a 4. pollici di altezza della medesima per condensar l'aria di un solo centesimo. Ad ogni modo è bene, giacchè costa sì poca fatica, di schivare quel qualunque errore che può indursi anche da un sol pollice, e fin da poche linee d'immersione, sollevando la nostra misura tanto che l'orlo *C* venga quasi a fior d'acqua nel momento che si tira fuori la lastretta scorrevole *B* per tagliare la colonna d'aria, come si è detto. Prima di tal operazione, e dopo anche che siasi evacuata l'aria superflua rimasta sotto detta lastretta nella capacità del piede *C*, si tenga pure immerso a qualunque profondità nell'acqua, che non importa; basta tenerlo a fior d'acqua o quasi nell'indicato momento del taglio: questo è, che determina la giusta misura, quando cioè l'aria in quell'istante non vi si trova nè dilatata da un calore superiore a quello dell'ambiente, nè condensata dalla pressione di una colonna considerabile d'acqua.

§. 15. Non contento di tutte queste correzioni da lui fatte alla sua misura, pensò il Sig. FONTANA, per ottenere la più gran precisione, a togliere un altro piccolo errore che nasce dal velo d'acqua or più or meno grosso, che rimane attaccato alle pareti interne del tubo *A d* (fig. 4.) che serve di misura, e singolarmente da molte visibili e grosse goccie, che qua e là vi restano appiccate, le quali essendo or più, or meno grosse, or in maggiore or in minor numero, diminuiscono, quando più e quando meno, la vera capacità di esso tubo, e quindi la quantità d'aria contenutavi; ond'è che non possiamo promettercela sempre eguale. Il miglior rimedio pertanto da lui trovato a questo inconveniente è di lavorare a smeriglio fino tutto l'interiore del vetro, tanto da levarne il lucido: allora l'acqua ne scola molto più uniformemente; e non vi lascia attaccate le visibili grosse goccie, di cui or ora parlavamo.

§. 16. Lo stesso smerigliamento e per l'istesso oggetto, vuol che si pratichi il Sig. FONTANA anche all'altro tubo più grande, che forma il recipiente del suo Eudiometro ad aria nitrosa. Ma pel mio ad aria infiammabile incomparabilmente più grande ancora (fig. 1.) non reputo necessaria assolutamente una tal fattura, essendo un nulla quasi, e non potendo arrivare ad un centesimo di misura, e forse neppure a un ducentesimo, la differenza nata dalla varia grossezza e numero delle mentovate goccie aderenti al vetro: e tanto meno la ho per necessaria, quantochè ottengo l'istesso intento, di far cioè che coli uniformemente l'acqua, e non lasci qua e là nè molte nè poche goccie, almeno grosse, attaccate al vetro, digrassando questo bene con saponata, ed anche meglio con acqua di calce. Mi contento pertanto di praticare di tempo in tempo cotesta lavatura con acqua di sapone tanto pel grande recipiente

Digitized by Google

della fig. 1. quanto per il picciolo della fig. 4. che serve di misura; e mi dispenso dallo smerigliarli. L'esatta corrispondenza delle prove ripetute molte volte, che esporrò nella II.ª parte di questa Memoria, mostrando l'esattezza in tutto del mio apparato, toglie nel medesimo tempo ogni scrupolo su quella delle mie misure.

§. 17. Vengo ora ad una difficoltà maggiore, qual'è quella di segnare le divisioni sul gran recipiente cilindrico della fig. 1. in modo, che vi siano esattamente presi non solo gli spazj che vi occupano una, due, tre, quattro misure d'aria del misurino fig. 4.; ma le divisioni pur anche di ciascuna in molte picciole parti eguali, come sarebbe in 100^{me}. In tante parti appunto, cioè in 100. gradi, trovo opportuno di suddividere ogni intiera misura; giacchè inutile riescirebbe e troppo poco distinguibile una graduazione più minuta, qual sarebbe se tal misura che nel recipiente occupa da tre pollici o poco più, si dividesse in parti più picciole di $\frac{1}{3}$ di linea. Del resto la misura (fig. 4.) è da me scelta tale, che possa essere contenuta quattro volte e un poco più nel recipiente della fig. 1., in cui si vedono scritti ne' luoghi corrispondenti i numeri 100. 200. 300. 400., e segnate le divisioni intermedie.

In che dunque sta la difficoltà di fare una tal graduazione giusta? Essa sta nel recipiente cilindrico medesimo, che così largo è quasi impossibile trovarlo che sia esattamente calibro, e nell'aumento di volume che prende ogni misura d'aria introdottavi per disotto nel modo indicato: aumento ineguale, maggiore cioè per la prima, men grande per la seconda, per la terza ancor minore ec.: dal che ne viene, che le divisioni segnate sopra esso recipiente a distanze eguali, non darebbero già quantità eguali d'aria. Gioverà trattenerci alcun poco a mostrare colla ragione e col fatto tal cosa.

§. 18. S'introduca nel nostro recipiente cilindrico (fig. 1.) una misura d'aria tale, che non cambiando di densità dovrebbe occupare lo spazio dalla sommità di esso cilindro fino alla divisione notata 100. È facile comprendere, che quest'aria allorchè è venuta attraversando l'acqua ad occupare tal parte superiore del recipiente, dee ivi dilatarsi ed estendersi oltre il detto segno 100., per la ragione che la colonna d'acqua, che rimane tuttavia sostenuta nel medesimo recipiente sopra il livello dell'acqua nella vasca, cioè da *G* fino presso al segno 100., produce un effetto barometrico, vuo' dire bilancia in ragione della sua altezza una parte della pressione della colonna atmosferica; e però quell'aria confinata là in cima del recipiente, trovandosi meno compressa dell'aria esteriore, dee diradarsi, dee venire ad occupare uno spazio proporzionalmente più grande. Poniamo che la pressione dell'atmosfera sia eguale a 380. pollici d'acqua (equivalenti a circa 28. poll. di mercurio, che è l'altezza media del Barometro); e supponiamo, che la colonna d'acqua rimasta nel recipiente (fig. 1.) dopo avervi introdotta la detta misura d'aria giunga all'altezza di 15. pollici sopra il pelo dell'acqua nella vasca. Questa

Digitized by Google

colonna d'acqua è dunque sostenuta dalla pressione dell'aria esterna, la quale per quanta parte s'impiega a bilanciare cotai 15. pollici d'acqua, per altrettanto meno preme l'aria che occupa lo spazio superiore a detta colonna d'acqua: e quindi tal aria invece di tutt'intiera la pressione atmosferica eguale a quella di 380. pollici d'acqua, ne soffre una di 380. meno 15. cioè di 365. Ora egli è un principio notissimo di Aerologia, che la densità dell'aria è in ragione diretta delle pressioni che soffre, e quindi in ragione inversa è il suo volume. Si dirà dunque: come sta la pressione residua = 365. al volume originario dell'aria = 100. nella nostra supposizione; così la pressione originaria = 380. sta al volume dell'aria che si ricerca: onde chiamato questo volume x, sarà la formola 100 : x : : 365 : 380., e fatto il calcolo verrà $x = 104\ \frac{40}{365}$. La misura dunque d'aria che, restando di densità eguale a quella dell'esterna, occuperebbe 100. divisioni giuste, venendo ora liberata di $\frac{15}{380}$ della primiera sua pressione (in grazia di una colonna d'acqua alta appunto 15. pollici che le sta sotto sospesa, mentre l'intiera pressione della colonna atmosferica, equivale a 380. pollici della stessa acqua) si estenderà nel nostro recipiente (fig. 1.) ad occupare 104. divisioni e un pochetto più.

S'introduca ora una seconda misura d'aria eguale alla prima, epperò tale, che occuperebbe, se punto non si dilatasse, 100. divisioni: la colonna d'acqua nel recipiente verrà depressa, supponiamo, di 3. pollici, cioè dai 15. pollici d'altezza a cui era prima, ai 12. L'aria dunque esterna non sostenendo più che una colonna d'acqua di 12. pollici nel recipiente, e la sua pressione sulla superficie dell'acqua della vasca essendo ancora eguale a 380. pollici, è facile di trovare, calcolando nel modo qui sopra spiegato, quale spazio occuperanno tutt'insieme le due misure d'aria in esso recipiente introdotte; giacchè dirassi: se queste due misure d'aria con una pressione = 380. occuperebbero uno spazio = 200., quale spazio occupar dovranno per una pressione di 380 — 12., cioè = 368.; ritenuto il principio, che i volumi dell'aria sono in ragione inversa delle pressioni? Avrem dunque 200 : x : : 368 : 380.: e quindi $x = 206\ \frac{192}{368}$. Si vede pertanto, che le nostre due misure d'aria, le quali, se non seguisse dilatazione della medesima, occupar dovrebbero nel recipiente cilindrico (fig. 1.) lo spazio soltanto di 200. divisioni, cioè 100. per una, s'estendono a $206\ \frac{1}{2}$ circa: e riflettendo che la sola prima avea portato, come mostrammo, ben $104\ \frac{1}{10}$ circa, si rileva che la seconda, tuttochè eguale quantità d'aria, non ha portato tanto, avendo aggiunto soltanto $102\ \frac{1}{2}$ circa.

Digitized by Google

Proseguiamo ad introdurre nel nostro recipiente cilindrico una terza misura; e vi venga depressa la colonna d'acqua di 3. altri pollici circa, onde non rimanga più sostenuta che a 9. poll. di altezza. L'aria esterna esercita dunque ora contro l'aria confinata in esso recipiente, la qual aria in quantità di tre misure dovrebbe occuparvi uno spazio = 300, se durasse a sopportar la pressione = 380., esercita, dico, la colonna atmosferica contro tal aria confinata una pressione = 380 — 9., cioè = 371. Dobbiam pertanto calcolare così: 300 : x : : 371 : 380.: ed avremo $x = 307\ \frac{103}{371}$ per lo spazio che occuperanno le tre misure insieme.

Sopravvenga finalmente la quarta misura; e depressa ancora la colonna d'acqua nel recipiente non abbia più d'altezza sopra il livello esteriore, che circa 6. poll.: fatto il calcolo 400 : x : : 374 : 380., risulta $x = 406\ \frac{156}{374}$.

§. 20 [1]. Or dunque riassumendo, una misura d'aria eguale originariamente a 100. ha occupato nel nostro recipiente cilindrico lo spazio di ben $104\ \frac{40}{365}$ divisioni: due misure hanno occupato lo spazio di $206\ \frac{192}{368}$: tre son giunte a $307\ \frac{103}{371}$: e quattro finalmente a $406\ \frac{156}{374}$. Dal che si vede, che quantità eguali d'aria introdotte una dopo l'altra han portato, non già eguali aumenti di volume, ma di mano in mano minori; mentre la prima misura avendoci dato 104. e un pochetto più; la seconda ha aggiunto soltanto $102\ \frac{1}{2}$ prossimamente; la terza meno di 101.; e la quarta finalmente poco più di 99., cioè meno dell'originario suo volume. Che se pertanto dopo introdotta la I.ª misura che occupò gradi $104\ \frac{1}{10}$ circa, si fossero prese a segnare col compasso a distanze eguali ciascuna delle altre misure, si vede, che nato sarebbe un errore considerabilissimo; giacchè portato avrebbero la II.ª $208\ \frac{2}{10}$; la III.ª $312\ \frac{3}{10}$ [2]; e la IV.ª finalmente $416\ \frac{4}{10}$, invece di $206\ \frac{5}{10}$; $307\ \frac{4}{10}$; e $406\ \frac{4}{10}$, che l'esperienza d'accordo col calcolo ci dànno effettivamente.

§. 21. Gli è così, che gli spazj occupati, e quindi i volumi d'acqua cacciati fuora da misure eguali d'aria, che s'introducono successivamente

[1] *Tanto in Br. Ann., quanto in Ant. Coll., al* §. 18 *segue a questo punto l'indicazione di* §. 20. [*Nota della Comm.*].

[2] *Tanto in Br. Ann., quanto in Ant. Coll., trovasi invece (certo per errore tipografico),* « $302\ \frac{3}{10}$ ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

nel recipiente della fig. 1., che pur suppongo calibro, vanno mano mano diminuendo; in modo però che il volume totale di quell'aria è sempre maggiore del suo originario, cioè tal aria tiensi sempre più rara dell'esterna, fintantochè c'è dell'acqua sostenuta in esso recipiente cilindrico sopra il livello di quella nella vasca. A misura che la colonna d'acqua sostenuta diviene men alta, e si accosta a cotesto livello, anche l'aria ch'è sopra s'accosta alla sua primiera densità, cui ella ottiene al fine, e si restringe al giusto suo volume, quando l'acqua interna è ridotta a perfetto livello coll'esterna. Ma troppo forse mi sono esteso sopra un fenomeno di Aerometria, che bastava d'indicare per far comprendere quello, che ho sopra (§. 17. seg.) voluto far osservare, cioè che una graduazione fatta semplicemente col compasso sopra il nostro recipiente, supposto ancora perfettamente calibro, non può esser giusta, trattandosi di misurare delle quantità d'aria introdottevi allorchè pieno d'acqua si regge sopra l'acqua della vasca, come rappresenta la fig. 1.

§. 22. Or dunque se in tale posizione di esso recipiente le successive misure o quantità eguali d'aria vi occupano degli spazj mano mano minori, come la ragione e l'esperienza ci mostrano; egli è evidente, che anche le suddivisioni di ciascuna misura in quante parti si vuole, non debbono esser prese col compasso, segnate cioè a distanze eguali, bensì farsi di mano in mano più picciole, se hanno a dinotare delle quantità d'aria rigorosamente eguali. Ma il calcolare, e fare una tal graduazione con esattezza, massime allorchè si tratta di venire a un gran numero di siffatte divisioni, come di 100. per ogni misura della fig. 4., e quindi di più di 400. per tutto il recipiente cilindrico fig. 1., è cosa estremamente penosa, e di difficilissima esecuzione. Lascerem dunque correre l'errore, che può nascere dal dividere col compasso in 100. parti eguali ciascuna di dette misure, errore in fine pochissimo considerabile, giacchè non può giungere mai ad $\frac{1}{4}$ di grado, e ci contenteremo di aver posta la maggior cura nel segnar giuste queste misure fondamentali, che essendo grandi porterebbero altrimenti un errore molto notabile? Ma se possiamo diminuire ancora di molto, se non togliere affatto, quell'anche picciolo errore, e perchè nol faremo?

§. 23. Tra i mezzi di ciò ottenere il più semplice ed ovvio è quello di tuffare il recipiente nell'acqua della vasca, tanto che venga al livello di questa l'acqua in esso contenuta; e ciò ogni volta che si vuole osservare il vero volume dell'aria che sta sopra. Prendendo questo partito anche le divisioni delle quattro misure fondamentali, cioè i punti 100. 200. 300. 400. si saran dovuti segnare tuffando il recipiente fino a tali confini dell'aria e dell'acqua laddentro. Ma a ben pensarla un tal espediente non è molto buono, non potendosi in grazia di quest'immersione osservare esattamente e marcare appuntino dove arrivi l'aria rinchiusa, tal che può andare lo sbaglio

Digitized by Google

a 2. divisioni, ossia gradi, e più ancora. D'altra parte è molto più comodo di lasciar fermo in piedi sulla tavoletta della vasca il nostro recipiente: e il tuffarlo or più or meno profondamente, cioè quanto farebbe bisogno, oltre all'incomodo, ed all'accennata incertezza dell'osservazione, non è sempre possibile: lo è quando si sono introdotte in esso quattro misure d'aria, che l'occupano quasi tutto, cioè fino a 400. (fig. 1.), ed anche tre sole, che giungono fino a 300.: ma se vi si son messe non più di due misure, od una sola, come tuffarlo allora fino ai punti 200. e 100., ove la vasca, di cui ci serviamo, non sia molto profonda?

§. 24. Ecco dunque un altro mezzo, col quale lasciando l'istromento fermo al suo luogo, e servendoci anche d'una vasca picciolissima, o di una catinella qualunque (sol che la sua capacità permetta di rivolgervi il cilindretto che serve di misura (fig. 4.), ed una boccettina, per travasar secondo che occorre l'aria da questa a quello, e da quello (fig. 1.) al recipiente) possiam correggere il picciolo errore sopra indicato delle suddivisioni, tantochè da picciolo diventi picciolissimo, e quasimente svanisca; e ciò non solo, ma correggere ben anche l'altro errore più considerabile proveniente dall'ineguaglianza del calibro nel nostro cilindro: la quale ineguaglianza, che si può dire inevitabile per cilindri così grossi e lunghi, abbiam fin dapprincipio notato, che presentava una delle grandi difficoltà all'esatta graduazione. Questo mezzo è, se si vuole, un mezzo empirico, facendosi le correzioni a tastone, ed una per una; ma mezzo facile, e che non esige altro che attenzione e pazienza.

§. 25. Convien avere una misura molto più picciola di quella rappresentata dalla fig. 4., ma guernita egualmente del pezzo d'ottone *d B C*, cioè del piede svasato *C*, e della lastretta scorrevole e forata nel mezzo *B*. Si può anche fare tal picciola misura da inserirsi a vite o altrimenti nel luogo *d* dell'istesso pezzo d'ottone, talchè questo serva e per la grande, e per la picciola misura; la qual ultima è bene che sia tanto picciola, da potere essere contenuta 40. volte e più nel recipiente della fig. 1. In tal modo occupando ciascuna di queste picciole misure appena $\frac{1}{40}$ della lunghezza di esso recipiente, il che porta meno di 4. linee, se questo sia lungo 13. pollici; ben si vede che dentro sì picciolo intervallo l'inesattezza del calibro non può portare differenza notabile nelle suddivisioni prese col compasso, quando non vi siano giusto tra un limite e l'altro de' gonfiamenti o gozzi e delle strozzature molto patenti, che abbiam raccomandato di schivare nella scelta del nostro grande tubo cilindrico, escludendo fin quelli, che comparissero manifestamente di calibro troppo ineguale (§. 1.).

§. 26. Preparato così il misurino, e riempiuto d'acqua il recipiente (fig. 1.), e posto in piedi sulla tavoletta *G* della vasca *C*, come ho già insegnato, vi si fanno entrare una dopo l'altra molte di tali picciole misure

Digitized by Google

d'aria, quante cioè ne contiene; e si segnano una per una con somma diligenza. Si possono segnare sul recipiente medesimo col diamante: ma intaccando così il vetro, lo si rende soggetto a spezzarsi; e v'è pericolo che, non potendo sostenere lo sforzo di qualcuna delle più vigorose infiammazioni, venga infatti una volta o l'altra a saltare. È dunque molto meglio di scolpire i segni e le divisioni tutte sopra una, due, o tre lastrette, ossia righe d'ottone adattate a quest'effetto tutt'al lungo del cilindro, e fissatevi con vite nelle due ghiere *b*, *c*. Queste righe (giacchè fanno molto meglio due o tre, che una) servono anche a ritenere a luogo le dette due ghiere; le quali altrimenti, attaccate con solo mastice, potrebbero essere spinte e gettate via dalla grande forza espansiva dell'aria rinchiusa, al momento che questa s'infiamma: come m'è accaduto infatti più d'una volta (quando non v'eran le lastrette, di cui ora parlo) di vedere cacciato in alto dall'esplosione il pezzo *b a*.

§. 27. Una cosa, che merita molto d'essere notata, è: che, siccome l'acqua non si compone in una superficie piana entro a' recipienti di vetro, ma ne prende una concava, e tanto più concava quant'esso recipiente è men largo, in virtù dell'attrazione che interviene tra il vetro e l'acqua, e che fa inalzar questa sulle pareti di quello; così riesce difficilissimo, per non dire impossibile, di cogliere, giudicando ad occhio, e determinare il punto preciso, ove termina la colonna d'acqua, e quindi di misurare esattamente il volume dell'aria contenuta nel nostro recipiente (fig. 1.) sopra essa acqua. Per rimediare a questo inconveniente ho immaginato di adattare al cilindro l'anello *A D*, che va su e giù a sfregamento dolce, tantochè può arrestarsi a quel luogo, che si vuole. Torna anche comodo per diverse sperienze, che al nostro recipiente cilindrico si siano adattati più d'uno di tali anelli scorrevoli, es. gr. tre, come vedesi nella fig. 7. Quando dunque si tratta di segnare la giusta misura dell'aria introdotta, spingo l'anello *A D* fig. 1. (o se ve ne ha più d'uno, quello che si trova più vicino) fino a trovare il punto, ove il mezzo della superficie convessa dell'aria tocca il mezzo della superficie concava dell'acqua, cioè fino al limite segnato nella figura dalla linea punteggiata *e* 100., di maniera che il lembo superiore e perfettamente orizzontale di esso anello *A D* venga ad essere la tangente di detta superficie curva dell'aria: il confine della quale coll'acqua, indicato appunto da una linea curva alquanto ombreggiata, si distingue assai bene, guardando attraverso la colonna d'acqua, e un poco dal basso all'alto contro la luce di una finestra. Così dunque debb'essere portato l'anello scorrevole *A D* fino a toccare col suo lembo detta linea ombreggiata, ma a toccarla appena nel mezzo, ed ivi solo confondere colla sua la di lei ombra, lasciando che traspaja un poco di chiaro alle due parti *e* 100.

§. 28. Quanto all'esecuzione della graduazione col mezzo indicato, non

Digitized by Google

si può troppo raccomandare d'impiegarvi tutta l'attenzione e diligenza possibile. Non dobbiam contentarci d'introdurre una misura dopo l'altra, segnandole di mano in mano ciascuna, una sol volta; ma ripigliar conviene tutto da capo una seconda ed una terza volta, se occorre, per correggere degli errori, che per avventura, per qualche picciol fallo pressochè inevitabile, siano corsi. Conviene, per quanto porti di pena e di noja un tal lavoro più volte riassunto, non lasciarsene ributtare. Del resto suppongo, che si maneggi a dovere la misura, e con tutte le attenzioni necessarie: quali sono di lasciarla ben bene sgocciare, dopo che si è riempiuta d'aria; di ben tagliare la colonnetta d'aria colla lastretta scorrevole (fig. 4.), ed indi vuotarne esattamente la porzione superflua; di non applicare la mano al misurino medesimo, sì che l'aria vi si riscaldi e dilati prima dell'indicato taglio ec.: intorno alle quali attenzioni si è detto abbastanza ai §§. 12-15.

§. 29. Allorchè procedendo nella maniera indicata ho segnati i punti sulle lastrette metalliche adattate stabilmente al recipiente cilindrico (fig. 1.), e vi ho tirate con un punteruolo le linee corrispondenti a ciascuna di quelle picciole misure d'aria, che esso recipiente contiene, in numero cioè di 40. almeno; e quando finalmente avendole rettificate tutte tali divisioni con replicate prove, son sicuro esser quelle esatte; non mi dò più tanta pena per le suddivisioni: bastandomi di spartir quelle prime ognuna in 8. 9. o 10. spazj eguali presi col compasso, secondo il numero de' gradi che mi piace d'avere in tutta la lunghezza del recipiente. Ho trovato molto comodo per varie sperienze, e per facilità de' calcoli, che la graduazione s'estenda un poco oltre i 400., come vedesi nella fig. 1. e 7. Questa suddivisione delle picciole misure fatta col compasso non può portare, come già s'è detto (§. 24.), errore notabile, nè dipendentemente dalla colonna d'acqua di qualche linea soltanto più alta o più bassa, nè dipendentemente dall'ineguaglianza di calibro nel recipiente cilindrico. Supposto che le divisioni segnatevi col primo metodo, cioè coll'introduzione reale di altrettante misure eguali d'aria, siano dalla cima al fondo in numero soltanto di 40., non occuperà ciascuna che 4. in 5. linee, ove la lunghezza di esso recipiente sia da pollici $13\frac{1}{3}$ [1] a pollici $16\frac{2}{3}$; la qual lunghezza è più che discreta pel nostro apparato, e non la cerchiam maggiore (§. 1.). Ora in uno spazio così poco esteso, di 5. linee cioè, o meno, e trattandosi di suddividerlo in 10. particelle, ben si vede, che non fa bisogno di ulterior correzione, quando questa è già stata fatta di uno in altro di tali spazj, e quando non si esige un'esattezza matematica, come nel nostro caso, in cui gli errori minori di un quarto, ed anche di mezzo grado, possono essere trascurati.

[1] *In Ant. Coll. trovasi*: « 13 ½ ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

§. 30. Meno ancora fa bisogno di ulterior correzione per parte della dilatazione ineguale dell'aria prodotta dalla colonna d'acqua più o meno alta sospesa nel recipiente, come abbiamo spiegato; poichè 4. in 5. linee più o meno d'acqua non possono cambiare il volume dell'aria che di circa $\frac{1}{1000}$; e quindi non possono portare ai 10. gradi, in cui supponiamo divisa ognuna di quelle piccole misure, maggior divario di $\frac{1}{100}$ di grado. Questo ci fa vedere inoltre che quand'anche il piede del nostro recipiente (fig. 1.) pescasse nell'acqua della vasca un mezzo pollice, ed anche un pollice una volta più che l'altra, non ne nascerebbe errore molto considerabile nelle misure dell'aria contenuta: la differenza della sua densità giungendo appena per un pollice d'acqua di più o di meno a $\frac{1}{400}$; onde ne verrebbe il divario di $\frac{1}{4}$ di grado per una quantità d'aria eguale a 100.; di $\frac{1}{2}$ gr. per una = 200., di $\frac{3}{4}$ per una = 300., e finalmente di 1. gr. intiero per un volume d'aria = 400.

§. 31. Si troverebbe, qualora si esigesse un rigore matematico, un'altra picciola sorgente di errore nella pressione variabile dell'atmosfera, maggiore cioè o minore ne' diversi luoghi e tempi: ma la cosa va ad una tal minuzia, che non merita alcuna considerazione. Noi abbiam preso pei calcoli sopra esposti (§. 18. segg.) la pressione della colonna atmosferica eguale ad una d'acqua alta 380. pollici, che corrisponde prossimamente a 28. poll. di mercurio. Nella supposizione pertanto, che il peso della colonna atmosferica crescesse o diminuisse tanto da sostenere 20. poll. d'acqua di più o di meno (che equivalgono a poll. 1 $\frac{1}{2}$ circa di mercurio, cioè a quanto mai può andare la più grande mutazione barometrica in questi paesi); per tutta questa mutazione che avvenisse tralle sperienze d'un giorno e quelle di un altro, trovasi col calcolo, che non può introdursi errore nelle misure, che giunga neppure ad $\frac{1}{2}$ [1] di grado. Due misure d'aria pertanto (parlo di quelle grandi), che occupino una volta, es. gr. quando il barometro è ai 28. poll. 200. gradi giusti, potranno al più un'altra volta, quando cioè il barometro si trovasse abbassato fino ai 26 $\frac{1}{2}$ poll., occupare 200 $\frac{1}{5}$ gr. scarsi: errore così picciolo, come già si disse, che non accade di tenerne conto, e nemmanco si può, es-

[1] *In Ant. Coll. leggesi « ½ », mentre in Br. Ann. l'impiego di un carattere tipografico imperfetto, non permette la lettura del denominatore della frazione.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

sendo nel nostro recipiente cilindrico (fig. 1.) la distanza da un grado all'altro tutt'al più di una mezza linea.

§. 32. Ho detto esser picciola e trascurabile affatto quella differenza che possono portare nelle misure del recipiente graduato, non che le ordinarie variazioni delle altezze barometriche, ma ben anche una delle più grandi che mai succedano, qual è quella di $1\frac{1}{2}$ poll. di mercurio; quando però tal mutazione accada tra le sperienze d'un giorno e quelle d'un altro, non già durante l'esperienza medesima: perocchè in questo caso è ben diverso l'evento; e tanto diverso, che la differenza nelle misure può andare a 4. 6. 8. gradi, ed anche più. Ma tale e tanta mutazione barometrica può ella mai succedere nel tempo che dura un'esperienza; nell'intervallo anche di mezz'ora, o di un'ora, che ci piaccia di lasciar confinata nel recipiente cilindrico (fig. 1.) una data quantità d'aria? Non già: sarà molto, e caso rarissimo, che s'alzi o s'abbassi il barometro di 2. o 3. linee. Ora 3. linee essendo la 112.^{ma} parte di 28. poll., cioè di tutta l'altezza barometrica, per una tal variazione anche il volume di quell'aria confinata soffrirà la mutazione di $\frac{1}{112}$ e non più; cosicchè ove prima occupava es. gr. 336. gradi ossia picciole divisioni, verrà ad occuparne 338. o 339. secondo cioè che si è alzato od abbassato il barometro dalle dette 3. linee. Ma torno a dire, una mutazione nell'altezza barometrica di 3. lin. ed anche di 2. nel tempo che dura un'esperienza, non accadrà forse mai, e neppure di 1. intiera linea; ond'è, che appena sopra 300. o 400. potrem temere l'errore di 1. grado, e trascurar potremo comunemente di consultare il Barometro.

§. 33. Tolte così tutte le difficoltà sull'esattezza delle misure coll'introdurre realmente nel recipiente cilindrico (fig. 1.), mediante un ben adattato misurino tante porzioni d'aria tutte eguali, e sì picciole, che ve ne possano esser contenute più di 40., e sull'esattezza ancora delle suddivisioni da prendersi semplicemente col compasso; possiam passare con sicurezza a segnare anche queste, cioè a dividere ciascuna di tali picciole misure (che avremo rettificate, mercè il reiterar più volte le prove, come ho raccomandato) in 8. 9. o 10. parti ciascuna, secondo che fa bisogno per avere in tutta la lunghezza del nostro cilindro 400. divisioni, ossia gradi, ed anzi alcuni di più. Così se sian 50. le misure che comodamente vi son contenute, basterà dividerle ciascuna in 8. parti; se quelle siano non più di 45. andran divise in 9. parti almeno; e se sian anche più di 40., ma non oltrepassino le 44. converrà dividerle ciascuna in 10. parti. Tali divisioni, o gradi riusciranno ancora sufficientemente distinguibili, ove distino un dall'altro $\frac{1}{3}$ di linea: per lo che basterà che il recipiente cilindrico (fig. 1.) sia lungo un piede giusto,

Digitized by Google

ed anche un pochetto meno. Se poi fosse più lungo, sì che divenissero essi gradi (sempre in numero di 400. e oltre, come già si è detto) più distanti; se giugnessero a portare $\frac{1}{2}$ linea per uno, tanto meglio. Quello che in ogni caso importa molto è, che siano ben tirati i segni sulle lastrette o righe d'ottone adattate al cilindro, e vi compajano spiccati e netti.

§. 34. Del resto mi son determinato per il numero 400., e a questo mi tengo (lasciando inoltre qualche spazio al disotto per pochi altri gradi ad arbitrio, come mostrano le fig. 1. e 7.), non già che sia assolutamente richiesto un tal numero di divisioni; ma perchè riesce più comodo e più vantaggioso a molti riguardi di un altro numero qualunque, e soprattutto allorchè si sarà scelta e adattata la grande misura *A c* fig. 4. (la chiamo grande misura per distinguerla dalla più picciola, che ha servito a darci le divisioni fondamentali per tutta la graduazione) (§. 25. seg.) allorchè, dico, si sarà scelta la grande misura e ridotta col convenevole adattamento a tale capacità, che l'aria da essa contenuta facendola trapassare nel recipiente della fig. 1. pieno d'acqua, vi occupi giusto giusto 100. divisioni ossia gradi, e che per conseguenza ve ne capiscano 4. di coteste misure grandi, lasciandovi ancora qualche residuo d'acqua. Divisa così ognuna di queste quattro misure in 100. parti, com'è piaciuto di dividere anche quelle degli Eudiometri ad aria nitrosa di FONTANA ec. abbiamo in un colla maggiore facilità e speditezza di calcolare e confrontare i risultati nelle infinitamente varie sperienze, un altro comodo; ed è, che ci si offre da sè, senz'altro calcolo, il paragone tralle nostre prove eudiometriche coll'aria infiammabile, e le altre coll'aria nitrosa.

§. 35. Or a meglio procacciarsi l'accennata facilità e speditezza di calcolare, che s'ottiene colle frazioni decimali, servirà una picciola misura, che stia giusto 10. volte nella grande, cioè che occupi 10. gradi in punto nel recipiente della fig. 1., e quindi vi sia contenuta dalla cima fino al grado 400. appunto 40. volte. Nè già è difficile l'incontrar giusta tal picciola misura; che anzi è facilissimo, mentre essa medesima deve servire di norma per segnare e questi 400. gradi, e tutta la graduazione di 10. in 10.: essa è quella picciola misura medesima, di cui dobbiam servirci per correggere gli errori, che altrimenti nascerebbero dal non eguale calibro del recipiente, e dalla dilatazione pur anche ineguale delle porzioni d'aria successivamente introdottevi, come abbiamo spiegato diffusamente (§. 18. e seg.). Or dunque la picciola misura dee preceder la grande; o basta trovarla tale, che contenuta 40. volte nel detto recipiente (fig. 1.), vi lasci ancora in fondo qualche picciolo spazio occupato dall'acqua (come ivi si vede): più o meno non importa. Segnate pertanto con somma accuratezza tutte queste misure, come pure si è spiegato, altro a fare non resta, che suddividere ciascuna col compasso in 10. parti equidistanti.

Digitized by Google

§. 36. Si riduce dunque piuttosto la difficoltà a fare la grande misura (fig. 4.) della capacità richiesta, cioè che dia 100. gradi giusti, quando i 400. son già segnati nel recipiente (fig. 1.); e ben si capisce che per trovarne una che vada bene anche solo all'ingrosso, bisogna cambiare e mettere alla prova molti tubi *A c* (fig. 4.), inserendoli di mano in mano nel piede *c d*: dico che vada bene all'ingrosso, poichè è quasi impossibile d'incontrare un tubo, che sia giusto, e dia appuntino 100. gradi. Or dunque come fare per giungere a tal precisione, che pure si richiede? Basta sceglierne uno tra quelli, la cui capacità eccede di poco il giusto, sceglier quello che tra tutti più vi s'accosta, e ridurlo al segno, mediante il toglierne tal picciolo eccesso: il che può farsi, o accorciando un tantino dal tubo col limarne i labbri a forza di ruota o di smeriglio, finchè si trovi, che inserito nel piede *d c* (fig. 4.), e aggiustatovi a dovere dia la misura esatta; o (che è più comodo) coll'attaccarvi interiormente, quando è già bello e montato, un poco di cera-spagna, facendola fondere, e lasciandovela cadere dentro direttamente in sul fondo goccia a goccia, finchè sembra che basti. Di questa cera-spagna, se mai trovisi dopo di averne messo troppo, se ne può levar via quanto si vuole, raschiandola: oppure si può rifonderne dell'altra, se non basta, finchè si è colto il punto giusto. Egli è così, ch'io mi son fatto, oltre quella di 100. gradi per ognuno de' miei apparati, altre misure di diversa capacità, le quali, ridotte una volta giuste, si sono conservate tali degli anni: poichè la buona cera-spagna, ben attaccata al fondo del tubo mediante la fusione, non si consuma, nè si altera sensibilmente pel contatto frequente dell'acqua, a cui è sottoposta; essa non fa che perdervi a lungo andare il lustro, e coprirsi di un leggiero intonaco bianchiccio.

§. 37. Queste sono le principali attenzioni richieste per la perfetta costruzione dell'apparato (fig. 1.), per l'esatta sua graduazione, per la costruzione delle relative misure, le quali voglion essere almen due (fig. 4.), e per la giusta capacità delle medesime. Mi pare di non aver lasciato nulla di tutto quello ch'è essenziale, ed anzi d'essermi esteso troppo intorno ad alcune particolarità. Resta or dunque ch'io insegni, ponendolo sott'occhio, il modo di fare le sperienze, cui è destinato tal apparato. Nulla più dirò del come va esso riempiuto esattamente d'acqua; nè come vanno introdotte le arie, che si voglion provare, nella misura, sia questa la picciola, sia la grande (fig. 4.), in guisa di riempierne tal misura al giusto punto, indi fatte passare nel recipiente (fig. 1.); nè finalmente del portare l'anello *A D* al limite preciso dello spazio occupato dall'aria in esso recipiente introdotta; e ciò tanto prima dell'accensione per verificarne il volume intiero, quanto dopo per determinare esattamente la diminuzione seguita. Tutto questo ho già spiegato, e mi lusingo, che si sarà inteso abbastanza. Riman dunque solo, ch'io faccia osservare qualché cosa riguardo alla scintilla elettrica.

Digitized by Google

§. 38. Ho detto a principio, che una scintilla molto mediocre, data al bottoncino o globetto *a* fig. 1. con un anche picciolo Elettroforo, può bastare a produr l'accensione dell'aria introdotta nel recipiente. Così è: basta anche una scintilla picciolissima; quando però possa, percotendo detto globetto *a*, farne saltare un'altra entro l'aria di esso recipiente, cioè sulla punta *c* fig. 2., ov'è la picciola interruzione metallica. Ma sovente accade nelle nostre sperienze, che questa seconda scintilla rimanga di scoccare, in grazia di una goccia d'acqua quivi rimasta, che, riempiendo tal picciolo intervallo, toglie quella interruzione del conduttore. Convien dunque allora portare una scintilla più forte contro il bottoncino *a*, tantochè possa, malgrado l'interposizione della goccia d'acqua, ripetersi e brillare nell'indicato luogo: e a ciò basta servirsi di una boccetta di Leyden, anche picciola, e mediocremente caricata, sia con una Macchina elettrica ordinaria, sia coll'istesso Elettroforo.

§. 39. Se questo Elettroforo è buono, e tenuto in ordine, non è necessario che sia grande, bastando uno del diametro di 8. o 10. pollici: e la boccetta, se essa pure è ben preparata, asciutta e monda, basta che abbia 10. o 12. poll. quadrati di superficie armata. Si può allora con 20. o 30. scintille di detto Elettroforo caricarla quanto basta all'intento, tanto cioè che, scaricandola sopra il bottoncino *a* fig. 1., farà scoppiare una scintilla anche internamente sulla punta del filo metallico ripiegato, scuotendone la goccia d'acqua, se mai vi si trova. È bene poi che l'uncino della boccetta termini esso pure in una palla; e che sia ripiegato in guisa, che si possa, tenendo appoggiato il ventre di essa boccetta contro una delle lastrette o righe di ottone applicate al recipiente cilindrico (fig. 1.), far arrivare codesta palla dell'uncino fino a quella del cappelletto *a*. In questo modo la scintilla della scarica, sendo più forte, e piena, non manca mai di produrre l'effetto.

§. 40. Veniamo ora, perchè meglio s'intenda il maneggio del nostro apparato, a mostrare alcune sperienze con esso. In un campo vastissimo che ci si presenta, e tra l'infinito numero, non ne sceglierò che poche delle più istruttive, e che possono dare il maggior lume per tutte le altre.

Sper. I^{a}. S'introducano nel recipiente cilindrico (fig. 1.), riempiuto di acqua a dovere, 3. misure picciole di aria respirabile comune, ed 1. mis. di aria infiammabile ben pura (ottenuta dalla dissoluzione del ferro o del zinco con acido vitriolico diluito d'acqua); e osservato col mezzo dell'anello *A D* nel modo spiegato, che le 4. misure insieme occupino giusto 40. gradi, vi si porti dentro l'accensione colla scintilla elettrica, lasciando aperto il robinet *B* del piede. All'istante comparirà una fiamma chiaro-rossiccia, che riempirà tutto il luogo occupato dall'aria; e questa dilatandosi deprimerà a un tratto la colonna d'acqua sottostante fino alla metà del recipiente, e più basso ancora: la qual acqua, risalendo tosto dopo, s'innalzerà molto sopra

Digitized by Google

il segno di prima, e fermerassi vicino ai 25. gradi. È dunque scomparso tutto il volume dell'aria infiammabile = 10., e al di più un volume = 5. circa dell'aria respirabile.

L'accennato spettacolo dell'istantanea violenta depressione, e succedente pronto rialzamento dell'acqua, maggiore della depressione, è curioso, e dilettevole assai: ma si è forse più colpito, se, avendo chiuso prima dell'infiammazione il robinet *B*, con che viene impedita tal depressione, si apre poi dopo; mercè di che osservasi con istupore il subitaneo innalzamento della colonna d'acqua dai 40. gradi ai sopra indicati 25.

§. 41. Sper. II^{a}. Per determinare ora sopra una scala più grande, e quindi con maggiore precisione, qual sia la proporzione di aria respirabile, che si consuma in un coll'aria infiammabile, cioè in quanta parte entri l'una e l'altra nella produzione della fiamma, s'introducano nel recipiente (fig. 1.) ancora 1. misura d'aria inf. e 3. di aria resp., ma misure grandi (fig. 4.), eguali cioè a 100. l'una; e verificato col consueto mezzo dell'anello scorrevole *A D*, che occupino giusto 400. gradi, si ecciti al solito l'infiammazione, dopo però aver chiuso il robinet *B* (poichè altrimenti verrebbe dalla forza espansiva cacciata fuori per di sotto molta di quell'aria); indi col riaprire detto robinet permettasi l'innalzamento dell'acqua: sarà bellissimo il vedere, come questa d'un salto si solleva molto sopra i 300., e si ferma al punto dei 252. gradi.

Dal che si vede, che la consunzione di 100. d'aria inf. ha tirato seco quella, non di una metà giusta, che sarebbe 50., ma un pochetto meno, cioè 48. d'aria resp.

§. 42. Sper. III^{a}. S'introducano di nuovo 100. d'aria inf. ma 200. solamente d'aria comune; e s'accenda il miscuglio: la fiamma sarà men viva; e la diminuzione non porterà che 125. o 126. in tutto, in luogo dei 148. che ha portati la sper. precedente.

Appare dunque, che la combustione non è stata plenaria; e che quindi 200. d'aria comune non bastano per l'infiammazione di tutti i 100. d'aria inf., ond'è che ha dovuto restarne addietro di questa una parte non accesa. Or se non bastano 200., molto meno basteranno 100. della stessa aria comune, per la totale combustione di 100. della stessa aria inf.: Infatti:

§. 43. Sper. IV^{a}. Introdotta di tali arie una misura per ciascuna, e acceso il miscuglio; la fiamma ne compare men viva ancora e più rossa, e la quantità d'aria che si consuma è giusto la metà di quella, che si è consumata nella sper. precedente, cioè ne scompajono 62. in 63. parti, riducendosi il volume da 200. a 137. in 138.

§. 44. Se l'aria respirabile, prima di adoperarsi in quest'ultime due sperienze, è stata già alquanto viziata, cioè trovisi un poco meno respirabile dell'ordinaria, in questo caso, quando pure permetta l'infiammazione

Digitized by Google

(giacchè se è troppo poco respirabile non la permette, nè con due misure per una d'aria inf., nè molto meno con una misura sola), quando, dico, ottener si possa di accendere il miscuglio, oltre al mostrarsi la fiamma più debole e di un rosso tirante all'azzurro, la diminuzione di tutto il volume sarà tanto minore, quanto è men buona tal aria respirabile. In prova di ciò:

§. 45. Sper. V^{a}. S'introduca nel recipiente (fig. 1.) dell'aria in cui si sia lasciato ardere qualche momento un candelino, o nella quale si sia mescolata un poco d'aria mandata fuori coll'espirazione dei polmoni, tal che trovisi viziata sì, ma lungi ancora dallo spegnere la fiamma del cerino. Di quest'aria non molto viziata se ne introduca una volta 2. misure come nella Sper. III^{a}. ed un'altra volta 1. mis. come nella Sper. IV^{a}.; e di aria inf. al solito 1. misura; e fatta l'accensione vedrassi, che in luogo di andar persi del volume 300. da 125. a 126. parti, e corrispondentemente del volume 200. da 62. a 63. a norma delle citate sper. ne scompariranno sì del primo, che del secondo molto meno, es. gr. 110. 100. ed anche meno di quello, e corrispondentemente 55. 50. e meno di questo, secondo che l'aria impiegata godeva di minore respirabilità: e in ragione di cotesta minore respirabilità, massime se tal aria è mista in dose soltanto eguale all'aria inf., ne compare la fiamma men viva, e di colore turchino.

Dalle quali prove, che non è qui il luogo di moltiplicare, rilevasi ormai abbastanza la ragione e il modo delle sperienze Eudiometriche, a cui serve il nostro apparato [1].

---

[1] *In Cart. Volt. G 37, pg. 1 e pg. 2, il V. parla di esperienze eudiometriche da lui compiute sopra miscugli di aria infiammabile metallica ed aria comune prese nelle stesse proporzioni: a pg. 9 e pg. 10 di G 37, il V. espone i risultati di analoghe esperienze da lui compiute. Si pubblicano queste due parti di G 37 alla fine di questo Numero.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

PARTE SECONDA [1]

Di queste sperienze eudiometriche qui solo accennate, e di molte altre, cui serve l'istesso Apparato, parleremo più di proposito nella 2. parte della presente Memoria. Giova intanto proseguire nella descrizione di ciò, che ho mutato od aggiunto all'Apparato medesimo, ad oggetto di renderlo più comodo, e servibile ad un maggior numero di prove.

§. 46. La figura 3. (*a*) rappresenta un pezzo di addizione alla fig. 1. il quale si adatta alla di lei parte superiore in luogo del cappelletto *a b* come può osservarsi nella fig. 7. Questo pezzo è di ottone, e consiste in una chiave o robinet *B*, che porta al di sopra l'imbuto o tazza *A*, e al di sotto la ghiera *b* unitavi a vite. Esso è pertanto simile in tutte le sue parti, come si vede, al piede o base *F B c* della fig. 1., eccetto che il recipiente *A* vuol avere, piuttosto che la forma d'imbuto, quella di una tazza, onde meglio piacere all'occhio e che la ghiera debbe essere munita di un altro piccolo pezzo *C*, simile affatto nel congegno a quello rappresentato dalla fig. 2. e destinato com'esso a fare scoccare la scintilla elettrica entro al gran tubo (§. 2.).

Il tubetto di questo picciolo congegno *C*, inserito lateralmente, passa attraverso la ghiera, e il vetro del grosso tubo fig. 1. e 7. nel quale si è praticato un foro a bella posta per riceverlo. Si può per altro risparmiare cotesto foro laterale nel vetro, che non è sì facile ad eseguirsi, e per cui si rischia di mandar a male il grosso tubo, si può, dico, risparmiare il foro,

---

(*a*) Vegg. la tavola nel tom. I. di quest'opera [2].

[1] *Pubblicata in Br. Ann. T.* II, *pg.* 161. [*Nota della Comm.*].

[2] *L'opera richiamata è « Br. Ann. », nel cui T.* I, *compaiono le figure citate nel testo della memoria: queste figure sono riprodotte nella tavola unita al presente Numero.*

[*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

raschiando semplicemente colla lima un bordo di esso, e portandone via tanto da formarvi un picciol cavo in forma di V, pel quale abbia a passare la porzione *d c* (fig. 2.) nell'interiore del tubo o recipiente (fig. 1.).

§. 47. Una tale addizione (fig. 3.) fatta alla parte superiore del nostro Apparecchio (fig. 1. e 7.) serve a molti usi, e riesce della più grande comodità. Primieramente è molto facile così di riempir d'acqua il gran tubo o recipiente, senza dovere o inclinarlo, e tuffarlo intieramente in quella della sua vasca, come si prescrive nel §. 8., oppure svitare e toglier via il cappelletto ec. come s'insegna nel §. 9. Lo si tiene a quest'effetto ritto in piedi, e s'immerge solamente il suo piede tanto, che l'acqua sopravvanzi un poco il robinet *B*, il quale sendo aperto, ed aperto parimenti l'altro robinet superiore *B*, permette all'acqua di entrare, e di mettersi al livello. Si chiude allora sott'acqua il robinet inferiore (§. cit.) e alzando bel bello la macchina, con badar bene che il labbro inferiore del piede a imbuto *F* rimanga sempre sott'acqua, acciò non si faccia strada all'aria di entrarvi, si porta detto piede a posare sulla tavoletta *G* della vasca. Posto così a luogo, e reggendosi da sè l'istromento, come nella fig. 1., non si ha più che a versare con un orciuolo tant'acqua per di sopra da riempirlo: tutto ciò, come già si è spiegato al cit. §. 9. con questo solo dippiù, che qui, oltre colmarne tutto il recipiente cilindrico, debbe infondersi tant'acqua, che anche buona parte della tazza *A*, ne rimanga piena, per l'oggetto, che si vedrà. Ciò fatto, e chiuso il robinet superiore, s'apre l'inferiore: con che la colonna d'acqua che riempie il recipiente cilindrico resta sospesa, e solo si deprime alquanto; pronta poi a dar luogo a quante misure d'aria piacerà di farvi subentrare.

§. 48. Dicendo che il robinet *B* in testa dell'Eudiometro debbe esser simile all'altro *B* del piede, ho voluto indicare che anche il foro di quella chiave debbe aver di diametro 4. linee circa: e questo a fine, che facilmente, senza cioè che vi nasca ingorgamento, coli nel recipiente cilindrico l'acqua che vi si versa coll'orciuolo, e per un altro fine, che si vedrà qui appresso.

§. 49. Un altro comodo e vantaggio, che si ha dall'armare la fig. 1. col pezzo fig. 3. come vedesi eseguito nella fig. 7. è che quando, seguìta l'infiammazione, si tratta, per conoscere la quantità d'aria che è stata distrutta, di lasciar entrare l'acqua a rimpiazzarla, si può fare questo col mezzo sì del robinet superiore, che dell'inferiore, aprendo l'uno o l'altro a volontà: il che non può farsi che in una sola di queste maniere col semplice apparecchio della fig. 1., cioè aprendo il robinet inferiore (§. 40.). Lo spettacolo a dir vero è sorprendente e più bello forse se si apra questo robinet del piede, veggendosi la colonna d'acqua del recipiente salire d'un salto, e fermarsi ai 100. 150. gradi sopra il primiero suo limite, corrispondentemente alla quantità d'aria distrutta dall'infiammazione (§. 41.); ma è poi a molti riguardi più vantaggioso d'aprire in vece il robinet superiore (fig. 7.),

Digitized by Google

per lasciare entrare nel recipiente l'acqua della tazza *A*, in cui è sempre facile di mettere, secondo le differenti viste, che uno ha, dell'acqua più pura, dell'acqua di calce, della tintura di tornesole ec.

§. 50. Bisogna, allorchè si apre tal robinet superiore, aver l'attenzione di non aprirlo che un poco, abbastanza cioè perchè l'acqua contenuta nella tazza *A* possa piovere nel recipiente, da cui è aspirata in forza di quel vuoto d'aria, che l'infiammazione vi ha fatto nascere, e non abbastanza perchè l'aria residua possa farsi strada, o scappare dal di dentro al di fuori attraverso l'acqua medesima: ciò che per altro non può succedere a meno che il foro della chiave sia aperto intieramente o quasi intieramente, l'esperienza avendomi mostrato, che richiedesi un'apertura di tre linee di diametro, e qualche volta più di quattro, acciò l'acqua e l'aria possano infilare il medesimo passaggio, e non arrestarsi per ingorgamento, come ho già fatto notare al §. 7. Girando dunque la chiave tanto solo che presenti un terzo o la metà del suo foro, il che è più che bastante ad offrire un passaggio liberissimo all'acqua che viene spinta dal di fuori al di dentro a riempirne il vuoto corrispondente alla quantità d'aria distrutta, ho osservato sempre, che neppur una bolla dell'aria residua scappa dal di dentro al di fuori.

§. 51. È quasi inutile avvertire, che la tazza *A* debbe essere provveduta d'un poco più d'acqua di quella che dee andare a rimpiazzare la quantità d'aria distrutta, affine che non resti essa tazza in asciutto, e che non s'introduca dell'aria esterna nel recipiente. Ma ecco un'altra osservazione, che non è già tanto superflua.

§. 52. Lasciando piovere, l'acqua dalla tazza nel recipiente in modo, che di detta acqua ne sopravanzi in essa tazza, l'aria confinata in questo recipiente, dovrà condensarsi un poco, per via della pressione che esercita sopra tal aria essa acqua residua nella tazza, pressione aggiunta a quella che già soffre dall'atmosfera. Dico *un poco*, poichè supposto, che l'altezza di quest'acqua sopra l'apertura dal robinet sia di circa 2. pollici, l'aria confinata nel recipiente non verrà condensata da una tal colonna, che di $\frac{1}{200}$ circa dippiù dell'aria che sente la sola pressione dell'atmosfera equivalente a quasi 400. poll. d'acqua (§. 18.); di maniera che una quantità d'aria, che di densità comune dovrebbe nel nostro recipiente cilindrico occupare lo spazio di 200. gradi o divisioni, si ristringerà nel caso di cui si tratta a 199., il che, come si vede, non è gran cosa. Altronde dipende da noi il fare, che l'acqua che rimane nella tazza, e comprime l'aria contenuta nel recipiente, sia molto men alta di 2. pollici; e sì, non potrà mai essere tanta l'altezza, se si darà alla tazza *A* (fig. 3. e 7.) molto in larghezza e poco in profondità.

§. 53. Ma per piccola e poco considerabile che sia la condensazione che soffre l'aria rinchiusa nel nostro recipiente per l'allegata causa, non lascia

Digitized by Google

di risultarne una gran differenza nel volume suo, se da questo stato passi all'altro opposto di dilatazione, che in lei succede allorchè, chiuso il robinet superiore si viene ad aprire l'inferiore, cioè quello del piede. Essa aria in questo caso non solamente non è più sopraccaricata dal peso di una colonna d'acqua alta 1. o 2. pollici, o più o meno, come dianzi; ma è anzi alleggerita d'una parte della pressione dell'atmosfera, in ragione della colonna d'acqua, che viene da questa atmosfera sostenuta nel recipiente medesimo, es. gr. fino in *c* fig. 1., come si è già spiegato ampiamente al §. 18. seg. Ivi il calcolo ci ha mostrato, che una misura d'aria, la quale non cambiando punto la naturale sua densità occuperebbe lo spazio di 100. divisioni o gradi portata in cima al recipiente, nel quale rimanga tuttavia sospesa una colonna d'acqua alta 15. pollici, viene ad occuparvi 104. divisioni e un poco più: e due di tali misure, sostenendosi l'acqua all'altezza di 12. poll., vengono ad occuparc lo spazio di ben $206\frac{1}{2}$ in luogo di 200. che occupar dovrebbero, se ritenesse l'aria la primiera densità. Ora abbiam qui sopra veduto (§. prec.), che questa medesima quantità d'aria, cioè queste due misure eguali originariamente a 200. gradi, riducevansi a 199., allorchè chiuso il robinet inferiore, e il superiore semiaperto, due pollici d'acqua nella tazza *A* comprimevano essa aria. È dunque manifesto, come col giuoco indicato di chiuder l'uno, e aprir l'altro robinet, cioè all'istante medesimo che avendo chiuso quello in cima, s'apre quello al basso ossia del piede, la colonna d'acqua dovrà calare dal punto dei 199. gradi a quello di $206\frac{1}{2}$: ed ecco ciò che infatti s'osserva. Se dopo ciò si chiude il robinet del piede, e si riapre un pochetto quello in testa, tosto una porzione dell'acqua che è nella tazza *A* cola nel recipiente, nè più nè meno di quella, che bisogna per comprimervi l'aria come dianzi, e portarvi la colonna d'acqua sottostante al segno 199. che già toccava. Alternando così le aperture dei robinet si può rinnovare lo stesso giuoco quante volte si vuole, riducendo il volume dell'aria confinata nel recipiente cilindrico ora a 199. ora a $206\frac{1}{2}$ divisioni.

§. 54. La differenza, che noi abbiamo qui di più di 7. gradi, è, come si vede, assai grande: essa non va veramente a tanto nella più parte dei casi, ne' quali s'impiega un altro numero di misure d'aria; ma è sempre troppo considerabile per non doversene far conto, e perchè non importi sommamente di sapere a quale delle due maniere dobbiamo attenerci, vuo' dire qual robinet si vuole tenere aperto allorchè si tratta di segnare esattamente le divisioni sul recipiente cilindrico medesimo, e allorchè ci proponiamo di determinare, e confrontare con precisione le misure d'aria contenute sì avanti che dopo l'infiammazione. Sarei per dire, che tanto l'una quanto l'altra ma-

Digitized by Google

niera son quasi egualmente buone, purchè presa una si continui a praticar quella uniformemente, vale a dire, si notino sempre le misure allorchè il medesimo robinet sta aperto, non l'altro; giacchè se una volta fosse il superiore che stesse aperto, un'altra l'inferiore, la differenza nella densità dell'aria, di cui abbiam qui sopra parlato, cambiando il rapporto e valore delle rispettive misure, cagionerebbe degli errori molto considerabili.

Del resto se le due maniere, come ho indicato, son *quasi* egualmente buone, non voglio già che si creda che lo siano a rigore: quella di tener aperto (o a meglio dire semiaperto, come si è spiegato al §. 50.) il robinet in cima, e chiuso l'altro al piede, è sempre preferibile. La cosa salta all'occhio per ciò che si è detto e dimostrato, e basta paragonare il poco, che possono uno o due pollici d'acqua nella tazza *A* per comprimere l'aria che sta immediatamente sotto confinata nel recipiente, col molto più che può una colonna d'acqua alta 12. 15. o più pollici sospesa al di sotto di essa aria, per dilatarla. È dunque nel primo caso, che cotest'aria si accosta assai più alla naturale sua densità: abbiam veduto infatti, nell'esempio sopra recato, che due misure eguali originariamente a 200. riduconsi appena di un grado, cioè a 199., in luogo che nel secondo caso, cioè stando aperto il robinet inferiore, s'estendono a più di 206.

Or l'effetto della pressione d'uno, ed anche di due pollici d'acqua sopra l'aria riducendosi a così poca cosa, si può facilmente concludere, che le differenze accidentali di maggiore o minor condensazione cagionate dalle più grandi variazioni che avvenir possano al peso naturale dell'atmosfera, non saran punto rimarcabili, stante che queste stesse variazioni barometriche influiscono poco a far che l'aria, che trovasi nel recipiente dilatata (per la sospensione sotto di essa di una colonna d'acqua alta finanche 15. pollici o più) lo sia di più o di meno, come si è dimostrato ai §. 31. e seg. Ecco dunque anche per questa parte un vantaggio, che ci procura il robinet superiore colla sua tazza *A* (fig. 3. e 7.), servendocene nel modo descritto: quello di ridurre un picciolo errore ad essere picciolissimo, e che si può dir nullo.

§. 55. Ma un vantaggio più considerabile di questo pezzo d'addizione è, che possiamo per mezzo suo far passare colla più grande facilità tutta l'aria rimastavi dopo l'infiammazione, od una parte solamente se piace, in una boccetta, in un tubo che sia largo sufficientemente, o in altro recipiente, per esaminare tal aria a nostro bell'agio. Possiamo, dico, far ciò senza capovolgere lo stromento, e senza neppure moverlo dal suo posto: giacchè rivolgendolo col piede *F* (fig. 1.) all'insù, che è cavo a forma d'imbuto, si può mediante dell'acqua posta a quest'oggetto in tal cavità travasare l'aria similmente in una boccetta o tubo pieni essi pure di acqua; ma la cosa riesce molto incomoda e imbarazzante; laddove niun incomodo colla tazza *A* e robinetto *B* (fig. 3. e 7.), mediante che tutto riman fermo a suo luogo. Per

Digitized by Google

poco che uno sia versato in simili sperienze di travasar arie, vede tosto come nel caso nostro si deve procedere. Nondimeno, per nulla lasciare, descriver voglio anche questa operazione. Ripiena dunque d'acqua la boccetta, in cui si vuole introdurre l'aria che è rimasta nel recipiente cilindrico (fig. 7.), se ne tura col dito, o con altro esattamente la bocca, che si rivolge allora all'ingiù e si porta dentro l'acqua della tazza *A*, avvertendo bene di non ritirare mai il turacciolo o il dito finchè non sia detta bocca circondata tutt'intorno e coperta da essa acqua. Facendo allora, che la di lei bocca corrisponda al mezzo del robinet, non si ha che a voltar la chiave per presentare direttamente il foro ad essa bocca (e appunto per presentarlo direttamente e per intiero, è bene, che abbia anche questo robinet un ritegno come lo ha l'altro del piede (§. 7.)). Questo foro essendo sufficientemente largo, cioè di 4. linee circa (§. cit. e 48.) permette che l'acqua scoli nel recipiente cilindrico, al tempo stesso che l'aria di questo si fa passaggio attraverso essa acqua in forma di grosse bolle gorgogliando, e va a prendere il posto, che l'acqua mano mano viene abbandonando nella boccetta. Quando si è raccolta così tutta o parte dell'aria, ch'era nel recipiente cilindrico, nella boccetta, si ritira questa nella stessa guisa, che vi si era portata, turandola prima che la sua bocca sorta dall'acqua.

Tutta questa manipolazione sembra più difficile descrivendola, di quello sia nella pratica; e posso assicurare che poca destrezza basta per non perdere neppure una bolla d'aria.

§. 56. L'avvantaggio di far passare facilmente l'aria rimasta dopo l'infiammazione in una boccetta o vaso qualunque, onde poterla esaminare a bell'agio, è ancor niente in paragone di quello che si ha introducendo immediatamente cotal aria in un lungo tubo di vetro graduato: il che ne offre un mezzo facile di misurarla quest'aria sopra una scala molto più estesa.

A B C fig. 5. rappresenta questo tubo guernito, non altrimenti che il grosso cilindro fig. 1. e 7., di due listerelle di ottone sulle quali sono scolpiti i gradi, e d'un anello scorrevole *B*. Queste listerelle graduate sono applicate al tubo, e ritenute con piccole viti in cima da un cappelletto, e all'estremità inferiore, che sola rimane aperta, a un tubo conico *C* parimente d'ottone e saldato al vetro con mastice; il qual pezzo *C* lavorato in modo di entrare in una gola o canale similmente conico e adattato, che trovasi in fondo della tazza *A* fig. 3. e 7., fa che impiantatovi il lungo tubo (figura 5.) vi si tenga dritto e sodo, come nella fig. 6. [1].

§. 57. Avendolo dunque così inserito bell'e pieno di acqua (la quale s'im-

[1] *In Cart. Volt. G* 37, *pg.* 6 *e pg.* 7, *il V. descrive esperienze da lui compiute, con una simile disposizione, sul fenomeno che egli chiama col nome di « infiammazione oscura ». Si pubblica questa parte di G* 37 *alla fine di questo Numero.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

pedisce che scoli tenendo turato col dito l'orificio di esso tubo pel breve tempo che esso orificio sta rivolto in giù, e non pesca ancora nell'acqua della tazza, come già si è detto della caraffa §. prec.), è uno spettacolo grazioso il vedere, come prima si apre il robinet *B* (fig. 7.), l'acqua del tubo scolare più o men lentamente lungo le di lui pareti, per lasciar luogo a una colonna d'aria, che spuntando dal fondo del tubo medesimo si fa strada nel mezzo, in guisa che l'acqua scolante forma come un velo, che abbraccia tutt'all'intorno questa colonna cilindrica d'aria, che continua ad alzar la testa urtando, e scavando il cilindro d'acqua superiore, la quale sembra cedere e aprirsi a stento, e siegue così ad allungarsi finchè giunga alla sommità del tubo. Nella fig. 5. in cui si vede una porzione d'aria diggià elevata in forma di colonna cilindrica e sopravvanzante colla sua testa convessa il segno 130., è facile rappresentarsi, come questa colonna d'aria debbe continuare ad allungarsi montando, e l'acqua continuare a scolare strisciando lungo le pareti del vetro.

§. 58. Ben si comprende, come a proporzione che il diametro del tubo (fig. 5.) è più picciolo, lo spazio in lunghezza occupato da una misura data di aria, che vi s'introduca, sarà più grande. Sarebbe dunque vantaggioso non avendo riguardo che a ciò, di scegliere il tubo molto stretto; ma senza parlare dell'ingorgamento, che impedirebbe l'aria di salire attraverso l'acqua, quando il diametro di questo tubo fosse minore di 3. a 3 $\frac{1}{2}$ linee, e l'orificio del pezzo *C* minore di 4. l. (§. 7. e 48.), riflettasi che bisognerebbe farlo di tale lunghezza, che lo renderebbe non poco imbarazzante. Esso lo è già abbastanza ove oltrepassi 30. o 32. poll. che è la lunghezza, a cui mi sono in fine ridotto dopo essermi servito lungo tempo di tubi di 40. a 50. poll. E perchè di un pezzo solo riescono ancora incomodi tali tubi anche non eccedenti 30. poll., perciò massimamente, che rinchiuder non si possono in una cassetta di discreta mole, nella quale sta pur rinchiuso tutto il resto dell'apparato; ho pensato acciò vi si adattino, di farli di due pezzi, che, mediante ghiere di ottone, si avvitino l'uno all'altro.

§. 59. Ma, dirassi, non dando al tubo, sia intiero, sia di due pezzi riuniti, se non la lunghezza indicata di 30. poll. che è il doppio, o poco più di quella del grosso cilindro o recipiente (fig. 1. e 7.) si guadagna troppo poco, e quasi non val la pena di avere un tal pezzo di addizione per semplicemente duplicare la scala. Adagio, che non è così. Così sarebbe, se la capacità del tubo di 30. poll. fosse eguale a quella del recipiente cilindrico di 15. poll., cioè se quello fosse del doppio più stretto solamente. Ma se lo prendiamo quattro volte più stretto o sei, od otto, allora ogni misura del recipiente cilindrico eguale a 100. prenderà nel tubo una lunghezza 4. 6. 8. volte maggiore: così se in quello occupava 3. poll., in questo ne occuperà 12. 18. 24.

Digitized by Google

Ma dunque, se tal tubo è lungo solamente da 30. poll. non vi potrà stare tutta l'aria, che sta nel recipiente cilindrico. Non importerebbe, quando almeno ci stesse tutta quella residua dall'infiammazione nelle prove, a cui è destinato. Ma neppur questo ottenere si può: poichè, se sian 4. le misure, 3. di aria comune, ed 1. di aria infiammabile, il residuo essendo $2\frac{1}{2}$ mis. circa (§. 41. sper. II^a) potrà appena essere contenuto nel tubo 4. volte più stretto; ma in quello 6. volte più stretto non potrà capirvi che $1\frac{2}{3}$ mis. e finalmente nell'altro 8. volte più stretto $1\frac{1}{4}$ mis. Si vede dunque, che per l'ordinarie sperienze eudiometriche, nelle quali s'impieghi per una misura d'aria inf. = 100. anche una solamente di aria comune, essendo il residuo per lo meno = 137. (§. 43. sper. IV^a), il tubo otto volte più stretto, che contiene solo 125., non è abbastanza capace. Così manca di capacità anche quello meno stretto, che contiene $1\frac{2}{3}$ mis. cioè da 166., qualor l'esperienza eudiometrica si voglia fare, come è più vantaggioso, con 2. mis. d'aria comune contro 1. d'aria inf. giacchè il residuo qui suol essere almeno 174. (§. 42. sper. III^a) supponendo l'aria respirabile di bontà comune; che se è men buona, ne avanza dippiù (§. 44. 45. sper. V^a). Il tubo, che è solamente 4. volte più stretto del recipiente cilindrico, e in cui una misura d'aria = 100. occupa da 12. pollici, oh! quello sì basta, ed ha capacità sufficiente per le mentovate sperienze eudiometriche, ancorchè fosse lungo meno di 30. pollici e potrebbe anche esserlo di soli 25. o 26.; giacchè conterrà sempre più di 2. misure; e 2. misure di residuo non si hanno mai da 1. di aria inf. e 2. di aria resp., se questa non è molto viziata. Perchè un tal tubo sia 4. volte più stretto, deve, come si sa, il suo diametro essere la metà di quello del recipiente cilindrico: e però questo, che abbiam detto al §. 1. dover avere per diametro almen 10. linee, potrebbe anche solo averne 8. e qualche cosa meno, giacchè meno di 4. bastano pel tubo (§. 58.).

§. 60. Del resto siffatto tubo vi offre una scala abbastanza grande. Se una misura divisa in 100. gradi nel recipiente cilindrico ve li dà già distinti questi gradi, es. gr. di $\frac{1}{3}$ di linea ciascuno, li avete qui nel tubo di $\frac{1}{3}$ lin., che facilmente potete soddividere in mezzi e in quarti. E che volete dippiù? Invano sperar possiamo di portare l'esattezza di simili sperienze al di là di $\frac{1}{400}$ di misura: io certo con tutte le attenzioni possibili, che il lungo uso mi ha insegnate, ardisco promettere di $\frac{1}{200}$, ossia di $\frac{1}{2}$ grado, ma nulla più.

Digitized by Google

§. 61. Questo fa, che di un tal mezzo grado potendo presso a poco giudicare anche sopra il recipiente cilindrico, mediante l'anello *A D* fig. 1. nel modo descritto al §. 27., non trovo gran bisogno di ricorrere alla più lunga misura del tubo, e infatti non vi ricorro che di rado, e mai o quasi mai per le ordinarie sperienze eudiometriche.

§. 62. In alcuni casi però è spediente, anzi necessario ricorrervi, ed è quando impiegando picciole misure, singolarmente d'aria vitale, il residuo dopo l'infiammazione è tanto poco, che rimane nascosto sotto la ghiera *b* fig. 1. e 7. e non arriva alla graduazione. Tal bolla d'aria residua conviene, se si vuol misurare, farla passare entro a un tubo graduato nel modo sopra descritto, e questo tubo allora, quanto più sarà stretto sol che l'aria vi possa passare attraverso l'acqua, tanto meglio sarà. Fuori di questi casi, e d'alcuni altri pochi, che non serve qui addurre, non è di grande importanza il tubo, di cui parliamo, potendosi, come ho già detto, abbastanza distinguere una mezza centesima di misura nel recipiente cilindrico.

§. 63. È però tale tubo graduato di una grande risorsa, per chi volendo costrurre l'Apparato nostro non potesse trovare il grosso e forte tubo di cristallo richiesto (fig. 1. e 7.), fosse quindi costretto a sostituirvi un altro recipiente sferico od ovale, come *A* fig. 6. Di questi è molto più facile il trovarne o farne apposta in ogni vetreria, che non delle canne o recipienti cilindrici della lunghezza, calibro, e spessezza di pareti, che vi vuole (§. 1.). Essa fig. 6. rappresenta dunque uno di cotesti Apparati a recipiente ovale, sormontato dal suo robinet e tazza, nella quale sta impiantato il tubo graduato, che termina in cima in una sfera cava *C* per l'oggetto che vado a spiegare.

§. 64. Nelle sperienze eudiometriche propriamente dette, in cui s'impiegano 100, cioè una misura di aria infiammabile, e or 100. or 200., cioè or una or due mis. di aria comune, il residuo dopo l'infiammazione è sempre maggiore assai di 100. (§. 42. 43.). Dunque a che serve nel tubo fig. 5. la lunghezza al disopra del punto segnato 100? Accorciamolo fin presso a tal segno sostituendovi la sfera cava o bulbo *C* fig. 6., della corrispondente capacità: cioè facciamo, che contenga tal bulbo fino al punto *a* del tubo 100., e da tal punto prosiegue la graduazione fino a 200. o 210. verso la radice di esso tubo. Ecco che abbruciando nel recipiente ovale *A* un miscuglio di 100. d'aria inf. e 100. d'aria comune, e facendo passare il residuo nel tubo, verrà questo ad occupare (giusta la citata sperienza del §. 43.) tutto il bulbo *C* e la porzione del tubo fino al punto *b*, cioè fino ai gradi 137. o 138. se l'aria respirabile era di bontà comune, oppure s'intenderà più basso in ragione ch'essa fosse men buona. Così poi il residuo della combustione di 100. d'aria inf. contro 200. d'aria com. verrà (giusta l'esper. del §. 42.) fino al segno *D*, cioè verso i gradi 175. o 176. o più sotto, secondo che l'aria resp. sarà stata di bontà comune, od inferiore.

Digitized by Google

§. 65. Il tutto dunque cammina per le sperienze eudiometriche, con questo tubo accorciato (fig. 6.), e perciò tanto più comodo, come col tubo intiero (fig. 5.). Del resto potrebbe anche accorciarsi di più es. gr. sopra i 135., o sopra i 130. e dando poi la corrispondente capacità al bulbo, che invece vi si aggiunge; giacchè nell'intervallo della graduazione che rimane dai 135. ai 200. o 210., stanno tutte le differenze che mai osservare si possono nelle sopraccitate esperienze eudiometriche, tanto con una che con due misure di aria comune; e tanto se sia questa la migliore, come se sia la peggiore, voglio dire viziata quanto mai può esserlo naturalmente.

§. 66. Con ragione limito l'uso di questo tubo accorciato come nella fig. 6. e molto più come nel §. prec. alle ordinarie sperienze eudiometriche (che sono per altro le più importanti, e per le quali principalmente vorrebbesi rendere l'apparato più comodamente portatile). Per molte altre prove, massime coll'aria detta *deflogisticata*, o *vitale*, e tutte le volte, che il residuo volume d'aria risulti minore di 100. è facile vedere, che non serve nè l'uno nè l'altro dei tubi accorciati qui sopra descritti, ma vi vuole l'intiero [1] (fig. 5.). Ove però si abbia quello della fig. 6. potrà l'altro della fig. 5. accorciarsi esso pure, cioè venir troncato un poco sotto il segno 100.: così questo servirà a misurare tutti quei residui d'aria, che son minori di 100., l'altro quelli che son maggiori fino a 200. e un poco più. Altronde sarà meno imbarazzante il maneggiare, e il portarsi dietro nei trasporti due tubi così, che uno [2] lungo il doppio, qual è quello della fig. 5.

§. 67. Ma e quando il residuo oltrepassi i 200. i 220. i 250. ec.? Addio tubi dirassi. Addio pure, che in tali sperienze il volume da misurare essendo così grande, non v'è bisogno di portare la precisione a più di un centesimo di misura; e fino a questo anzi fino a un ducentesimo, ho già detto, che si giunge coll'osservazione immediata, rimanendo l'aria nell'istesso recipiente cilindrico (fig. 1. e 7.) in cui è accesa.

§. 68. Ma e quando non essendo il recipiente medesimo nè graduato, nè cilindrico, ma sferoidale, come nella fig. 6.; non si può altrimenti misurare l'aria residua, che facendola passare nel tubo graduato? Allora se questo

---

[1] *Il V. in una minuta autografa, Cart. Volt. G 25, che dal contesto risulta essere stata scritta circa il* 1785 *(cioè, com'egli dice, due anni dopo che aveva consegnate allo Scopoli le sue note sulle Arie da inserire nella traduzione del Dizionario di Chimica del Macquer), espone i risultati delle esperienze da lui compiute con aria infiammabile metallica ed aria deflogisticata: per quanto riguarda la sua opinione sulla composizione dell'aria infiammabile, richiama le idee svolte nella nota all'articolo « Volatilità », pubblicata nel N.* CXXI *di questo Volume. Si dà, in fine a questo Numero, solo una parte di G 25, essendo la rimanente assorbita dalla descrizione dell'eudiometro pubblicata in Br. Ann.* [*Nota della Comm.*].

[2] *Così in Ant. Coll., mentre in Br. Ann. mancano le due parole: « che uno ».* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

residuo eccede la capacità di esso tubo, come fare? Ecco l'espediente facilissimo: quel che non potete misurare in una volta, fatelo in due, o tre volte.

Supponiamo p. e. che l'aria avanzata dall'infiammazione sia, come nell'esp. II[a] §. 41. eguale a 252. gradi; e che avendo adattato all'ordinario il tubo fig. 5. o fig. 6. pieno d'acqua alla tazza fig. 6., e aperto il robinet *E* l'aria abbia cominciato a montare lentamente nel modo descritto al §. 37., ben si vede, che, profittando di tale lentezza, io posso, allorchè è passata nel tubo una certa quantità d'aria, che non ne ha ancora scacciata tutta l'acqua, io posso, dico, chiudendo il robinet, intercettare questa porzione d'aria, e notare a quanti gradi arriva. Siano questi es. gr. 130. Resta un'altra porzione d'aria nel recipiente *A*, per misurar la quale torno da capo coll'operazione, riempiendo di nuovo il tubo d'acqua, rimettendolo come prima nella tazza, e riaprendo il robinet *E*: questo residuo d'aria passa allora in esso tubo graduato, come la prima porzione vi era passata, e vi occupa giustamente 122. gradi, che aggiunti ai 130. di detta prima porzione, formano il totale di 252.

Non richiedesi dunque, che un poco più di tempo e di pazienza, per misurare sulla lunga scala del tubo tutta la quantità d'aria che può contenere il recipiente *A* della fig. 6. o quello *D* della fig. 7.

Del resto, torno a dire, son ben poche le sperienze, in cui il residuo d'aria dopo l'infiammazione oltrepassi di molto le 2. misure, ossia i gradi 200. Nella maggior parte, e segnatamente nelle eudiometriche, è minore, o almeno non arriva a 210. (§. 64. 65.), onde puossi misurare tutto in una volta coll'uno o coll'altro dei tubi fig. 5. e fig. 6.

§. 69 [1]. Non ho parlato fino ad ora d'un difetto, di cui non vanno mai o quasi mai esenti i tubi che debbon servire all'uso indicato: quest'è la mancanza di esatto calibro. Non si troverà per avventura in mille un tubo di 5. linee, o più di diametro, lungo 24. pollici, e neppur 12., che sia perfettamente calibro: domandiamo ai Signori FONTANA, INGENHOUSZ, o meglio a coloro, che si sono applicati a costrurre gli *Eudiometri ad aria nitrosa* prima di questi Autori con quanta difficoltà si viene a capo d'ottenere dei tubi esattamente calibri, lunghi anche 7. od 8. pollici solamente, quali ricercansi per questa sorte di strumenti. Fortunatamente per i nostri tubi fig. 5. e 6. un sì esatto calibro non è necessario, e si può, con qualche pena è vero, ma pur si può rimediare al difetto di esso, quanto basta almeno all'uso nostro. Il modo più semplice e più sicuro ch'io adopero per farvi le divisioni giuste, è d'introdurre nel tubo delle piccole porzioni eguali di mercurio una dopo l'altra, marcando gli spazj occupati da ciascuna: dopo di che si possono soddividere questi spazj semplicemente col compasso in quante

[1] *Quanto segue è pubblicato in Br. Ann. T.* III, 1791, *pg.* 36. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

parti si vuole; giacchè l'errore proveniente dall'ineguaglianza, che suppongo non molto grande, del calibro, non può più essere sensibile in sì piccole porzioni, come ho già dimostrato relativamente alla graduazione del recipiente cilindrico fig. 1. §. 27.

§. 70. Fatto così lo scomparto e graduazione del tubo in guisa che corretta l'ineguaglianza del calibro, sian tutti eguali fra loro i gradi, non quanto alla lunghezza, ma quanto allo spazio, che è ciò che si ricerca, resta ancora da correggere l'errore prodotto dallo stato di dilatazione, in cui si trova l'aria introdotta nel tubo, tutte le volte che quest'aria non lo riempie, ma che vi riman sotto sospesa una colonna d'acqua.

Ci siamo abbastanza occupati di questa dilatazione relativamente all'aria introdotta nel recipiente cilindrico fig. 1., e dei mezzi di correggere gli errori che ne risulterebbero nella graduazione, dal §. 18. fino al §. 33. Qui dunque non accade di ritoccare quello che s'è già dimostrato riguardo al primo articolo, cioè alla dilatazione dell'aria così confinata; e per quello che riguarda il secondo, cioè la correzione che convien fare, dirò che pei tubi nostri fig. 5. e 6. è meglio appigliarsi ad un'altra maniera, che è la più ovvia, e riesce qui molto facile, in luogo che difficile in pratica e soggetta a qualche inconveniente l'abbiamo mostrata per il grosso cilindro fig. 1. al §. 23. Questa maniera dunque è di disimpegnare il tubo dalla tazza *A* (fig. 3. 6. e 7.), e trasportarlo (tenendone ben turato l'orificio col dito durante tale trasporto) nell'acqua della vaschetta *C* fig. 1., o di un altro recipiente qual si voglia e tuffarnelo fino al livello della colonna d'acqua sospesa entro al tubo medesimo: con ciò l'aria contenutavi al di sopra di tal colonna verrà a non essere nè più nè meno compressa dell'aria esterna, e fia quindi ridotta al suo giusto volume.

§. 71. Ma se poi la vasca già detta, un catino, od altro recipiente, che sia alla mano, non fossero abbastanza profondi per tal uopo, come facilmente accade allorchè la colonna d'acqua sospesa nel tubo fig. 5. è lunga assai, arrivando, come nelle ordinarie sperienze eudiometriche, sopra i gradi 140. al segno *B*, e in altre sperienze molto più alto ancora, es. gr. sopra i 70., allora come fare? Ecco un altro spediente, che riesce molto comodo. Io lo debbo al Dr. PRIESTLEY, che me lo ha suggerito in occasione, che nel 1782. essendo andato a trovarlo a Birmingham gli mostrai alcune sperienze col mio Apparato già fin d'allora perfezionato, e quale appunto qui lo descrivo.

Levasi il tubo dall'acqua tenendolo dritto in posizion verticale. Collo scuoterlo allora un tantino, se il suo diametro è sol di 3. linee o poco più, e senza alcuna scossa se è di 4. lin. o le eccede, l'acqua comincia a scolare per l'orificio rivolto all'ingiù, e l'aria esterna vi subentra lentamente facendosi passaggio attraverso l'acqua medesima, che dà luogo poco a poco

Digitized by Google

strisciando lungo le pareti, come abbiamo già descritto al §. 57. A misura che questo cilindro d'aria scavando il cilindro d'acqua s'avanza salendo nel tubo, e che quindi la colonna d'acqua col distruggersi sotto, va accorciandosi, si osserva che il suo residuo, compreso es. gr. tra i gradi 127. e 67. fig. 5. si avanza esso pure un poco verso l'alto, cioè va ai 66. 65. ec., e che quindi riducesi mano mano a minor volume l'aria confinata nella parte superiore del tubo, quell'aria, che trovavasi dianzi dilatata, e che vogliam ridurre alla sua densità naturale. È facile tener dietro coll'occhio, ed anche col dito a questa gradata elevazione dello strato d'acqua interposto all'aria rinchiusa nella parte superiore *A* e all'aria esterna che occupa la parte inferiore *C B*, e che siegue ad innalzarsi, attesocchè tale innalzamento è lento anzichè no, come si è detto or ora; ed è pur facile così di fissare il punto al quale arriva detto strato d'acqua allorchè assottigliato estremamente col continuo disfarsi mercè lo scolo non forma più che un velo di separazione, che a momenti si rompe. Or dunque segnando un tal punto, desso è che vi dinota esattamente la quantità d'aria richiusa che vi proponeva di misurare, giacchè distrutta la colonna d'acqua che cagionava la dilatazione di tal aria, si trova questa ridotta alla sua giusta densità.

§. 72. Prima d'abbandonare i nostri tubi fig. 5. e 6. diciam ancora qualche cosa di un'altra loro utilità, che è di poter servire molto bene eziandio alle sperienze eudiometriche coll'aria nitrosa, ed altre analoghe, a misurare in somma le diminuzioni che produce quest'aria nitrosa nelle diverse arie respirabili, e confrontarle colle diminuzioni, che vi produce l'aria infiammabile: il qual confronto debbe pur riuscire interessante.

Allorchè dunque si vorrà sostituire all'aria infiammabile l'aria nitrosa (che fu la prima, come si sa, ad impiegarsi per prove eudiometriche, ma che la cede per esattezza a quelle che dietro le mie scoperte ho insegnato già da più anni a fare coll'aria infiammabile e che esporrò in maggior lume terminata la descrizione che sto facendo di tutte le aggiunte e miglioramenti all'Apparato); allorchè, dico, si vorrà servirsi de' detti miei tubi per l'aria nitrosa, si mescoli prima questa coll'aria respirabile, di cui s'imprende ad esaminare la bontà, in una campana, o recipiente qualunque di vetro che abbia il fondo abbastanza largo, perchè le due arie formando uno strato o lamina molto estesa e poco grossa si confondano prontamente insieme: ciò che ne accelera l'effervescenza, e produce in poco tempo se non la più grande diminuzione possibile del volume d'aria, una diminuzione più grande, e molto più costante, che quando il miscuglio si fa in un recipiente stretto, in cui l'aria nitrosa, e la respirabile non godendo di un contatto abbastanza ampio, l'effervescenza si fa per gradi troppo lenti.

§. 73. A dir vero non è tanto la grandezza della diminuzione, che c'interessa, quanto la costanza, cioè a dire, ch'ella sia di una quantità eguale

Digitized by Google

tutte le volte, che si mette alla prova la medesima qualità e quantità d'aria: il che punto non s'ottiene se non si dà luogo ad un'effervescenza prontissima dell'aria nitrosa coll'aria respirabile, come l'esperienza lo ha mostrato soprattutto ai Signori FONTANA e INGENHOUSZ, i quali si sono tanto occupati a perfezionare l'*Eudiometro ad aria nitrosa*, e che prescrivono, dovendosi fare il miscuglio delle arie nel tubo medesimo, in cui sono segnati i gradi della loro scala (*a*), di scuotere violentemente esso tubo, e per un tempo considerabile, cominciando prima che l'effervescenza abbia luogo, anzi prima che l'aria sia giunta al contatto dell'altra, e continuando a sbattere così questo miscuglio d'aria per alcuni minuti, tantochè sia finita ogni sensibile effervescenza. La qual operazione di sommovere e diguazzare l'aria non è punto necessaria, come il Sig. INGENHOUSZ medesimo lo ha mostrato, allorchè si fa dapprima il miscuglio delle due arie nitrosa e respirabile in un vaso molto largo, e s'introduce dopo, cioè passata l'effervescenza, cotal miscuglio nel tubo graduato.

§. 74. Or egli è appunto in questo modo ch'io soglio adoperare coi miei tubi graduati, i quali non differiscono dall'Eudiometro di FONTANA, che per una lunghezza molto maggiore della scala, vo' dire un assai maggiore intervallo da un grado all'altro (che son 100. di misura tanto per me, quanto per lui): vantaggio, come si comprende, ben importante. Introduco dunque una o due misure d'aria respirabile, ed una in seguito d'aria nitrosa in un vaso di fondo assai largo, come ho detto, es. gr. in una giara, o bicchier grande, e due o tre minuti dopo faccio passare questo miscuglio d'aria ridotto a minor volume dall'effervescenza sofferta e decomposizione d'una parte dell'una e dell'altra aria, faccio, dico, passare questo volume d'aria residuo o nel tubo fig. 5. o in quello fig. 6. per misurarvelo: ve lo faccio passare semplicemente mediante un imbuto immerso nell'acqua della vaschetta o catinella qualunque, il collo del quale imbuto imbocca il tubo pieno d'acqua tenuto sospeso verticalmente.

Quando, e come nelle ordinarie sperienze eudiometriche di questa fatta, il residuo è ancora di una misura, cioè oltrepassa 100. è meglio servirsi del tubo sormontato dal bulbo fig. 6. Ma quando avvenga, che il residuo sia minore di 100., avendo impiegato es. gr. una misura d'aria o tutta vitale, o migliore della respirabile comune (*b*) [1], oppur anche di questa meno d'una

(*a*) Questi gradi sono 100. per misura: ed ecco una delle ragioni, per cui suddivido ancor io nel mio *Eudiometro ad aria infiammabile* le solite misure, in 100., e ciò tanto nel gran recipiente cilindrico fig. 1. e 7. quanto nei tubi fig. 5. e 6.

(*b*) Quando l'aria respirabile è di bontà comune e se ne impiega anche una sola misura, con una di buona aria nitrosa, il residuo suol essere tra i 104. e i 110.

[1] *L'indicazione di questo richiamo appare qui in Ant. Coll., mentre manca in Br. Ann.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

misura, o meno di aria nitrosa, allora il tubo fig. 6. non servirà, e sarà d'uopo ricorrere a quello fig. 5. sia intiero, sia troncato dal mezzo in giù (§. 66.).

§. 75. Mi si domanderà se non si potrebbe far servire all'oggetto di accelerare il miscuglio e l'effervescenza delle arie nitrose e respirabili, in luogo d'un altro vaso il medesimo recipiente cilindrico fig. 1. e 7. che serve alle sperienze coll'aria infiammabile. Ma oltrecchè un tal recipiente è ancora troppo stretto, stantechè una misura di 100. occupandovi da 3. pollici, uno strato d'aria di tanta altezza non può essere così presto penetrato da un altro strato egualmente lungo, e mescersi e confondersi insieme come si richiede, a meno di sbattere e diguazzare tal aria introdottavi dimenando e scuotendo l'apparato (§. 72.); oltre ciò, evvi l'inconveniente, che i metalli, cioè le ghiere d'ottone, i robinet ec. verrebbero guasti e corrosi dall'acido nitroso, il qual risulta dalla decomposizione dell'aria nitrosa. Per questo, ove si adopera tal aria, non vi vogliono che vasi di vetro.

Digitized by Google

Digitized by Google

APPENDICE

Cart. Volt. G 37, pg. 1 e pg. 2 [1].

La difference entre tous les airs resp. (recueillis en plein air) est si petite qu'elle surpasse à peine les erreurs inevitables avec un instrument de cette espece, quoique il soit beaucoup plus exact qu'un Eudiometre quelconque à air nitreux; elle est, dis-je, si petite cette difference qu'elle ne merite presque pas d'être considerée.

J'ai fais dans le cours d'une année plus de 600. essays [2] en recueillant l'air atmospherique dans toutes les saisons, et dans toutes les heures du jour et de la nuit, par un tems serein; et par des tems pluvieux, dans le calme, et au milieu des orages, par les vents de Nord, de midi ecc. plus ou moins impetueux, et d'une durée plus ou moins longue: j'ai recueilli l'air du haut des tours, du sommet des collines, et sur les grandes montagnes, et dans les vallées; au milieu des villes, dans les vastes plaines cultivées, dans les bois, dans les plans marecageux, j'en ai recueilli enfin au milieu de la mer de Genes lorsqu'il regnoit depuis deux jours un vent de mer. Eh bien, tous ces différents airs ont montré très-à-peu-près le meme degré de respirabilité. Une mes. egale à 100. d'air infl. metallique, avec une semblable mesure de l'air resp. qu'on essayoit a donné de diminution toujours entre 62. et 63., et avec deux mesures d'air resp. entre 122. e 126. Voila donc tout au plus et dans des cas fort rares 4. degrés sur une echelle si étendüe; dans les cas ordinnaires la difference n'alloit pas à 2. degrés, et plus souvent elle n'arrive à 1. Au reste, je n'ai pas pu assigner encore à quelles de toutes les circonstances marquées ci-dessus tienne ce petit degré de plus ou moin de respirabilité

[1] *Vedasi la nota della Commissione apposta al §. 45 della Memoria pubblicata in questo Numero.* [*Nota della Comm.*].

[2] *Parte di questi saggi sono raccolti in G 34 bis.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

des differents airs atmosphériques. Je n'ai pas besoin de vous faire reflechir, Monsieur, que cette egalité et constance dans les degrés de respirabilité de l'air atmosphérique, detruit l'espérance qu'on avoit conçu de pouvoir déterminer à l'aide de l'Eudiometre les lieux d'air sain ou mal-sain, et fait voir que le mauvais air, l'air ex. gr. des lieux marécageux, qui produit tant de maladies, reconnoit ses qualités d'une toute autre source, que du defaut de respirabilité, ou de la diminution de sa dose d'air vital. Verité sur la quelle j'avois insisté dès la découverte et les premieres expériences de l'Eudiometre, en ecrivant à PRIESTLEY à MAGELLAN, à LANDRIANI, et que j'ai developpée dans l'artic. Eudiom. [1] que j'ai fourni à Mr. SCOPOLI pour sa traduction Italienne du Dictionnaire Chymique de MACQUER.

---

[1] *Vedasi il N.* CXIX *di questo Volume.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Cart. Volt. G 37, pg. 9 e pg. 10 [1].

Pour que l'air atm. souffre tout ce qu'il peut souffrir de diminution par la combustion de l'air infl. il faut que celui-ci y soit mêlé par excès: qu'il soit e. g. pour 100. contre 100. ou 200. du premier. Alors il fait tout son effort contre cet air dans l'inflammation; mais n'y trouvant pas les $47\frac{1}{2}$ qu'il exige d'air vital, ou ne les trouvant pas assez libres, il ne brule pas en totalité, mais seulement en proportion de la quantité correspondente qu'il en peut saisir. Dans un melange de 100. d'air infl. et 100. d'air commun, la diminution ne va pas au delà de 62. ou 63: ainsi suivant la proportion que nous avons trouvé 20. à peu près ou $\frac{1}{5}$ de son volume est la diminution soufferte par l'air atm. et environ 42. la quantité d'air infl. brulé; duquel il reste par consequent encore environ 58. Ce residu d'air infl. pourra donc s'allumer par l'addition d'une quantité suffisante d'air resp. En effet en introduisant une nouvelle dose = 100. d'air atm. et en secouant un peu la machine, ou la laissant quelques minutes en repos pour donner lieu au melange de l'air, j'obtiens à l'aide de l'étincelle électrique une 2.e inflammation, qui emporte encore 62. ou 63. de diminution comme la premiere.

On comprend, que si l'air resp. employé contient plus ou moins d'air vital, la diminution qui s'ensuit sera plus ou moins grande. Supposons que l'air atm. de bonté ordinnaire en contienne $\frac{24}{100}$ en ôtant $\frac{4}{100}$ pour cette petite portion que l'air infl. ne peut pas emporter, qui reste à l'abri de son attaque, les autres $\frac{20}{100}$ vont perdus dans la deflagration avec $\frac{42}{100}$ d'air infl., ce qui fait justement la diminution qu'on observe d'ordinnaire de 62.

[1] *Vedasi la nota della Commissione apposta al §. 45 della Memoria che si pubblica in questo Numero.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Or si un autre air resp. contenoit au lieu de 24, $\frac{28}{100}$ d'air vital (ôtés les 4. comme auparavant) il en fourniroit 24. à l'inflammation, qui entreneroient pour la dose correspondente environ 50. et 54. d'air infl., et par-là la diminution iroit en tout à 74-75. Qu'un autre air un peu vicié contienne seulement 20. d'air vital il n'en pourra entrer que 16. à la formation de la flamme au moins avec 3. 4. d'air infl. la diminution total sera par conséquent moins de 50. On voit par-là comment des petites différences dans la respirabilité des differents airs atm. deviennent très-sensibles comment on peut determiner au juste, à l'aide de mon instrument la quantité absolue d'air vital contenu dans un air resp. quelconque. Pour ce qui est de la sensibilité on peut la doubler encore en faisant la 2.° inflammation après l'addition d'une nouvelle dose du meme air resp. qu'on essaye. Reprenant les exemples ci-dessus, si pour l'air qui contient $\frac{24}{100}$ d'air vital nous avons 62. degrés de bonté, c'est-à-dire la diminution total ayant été de $\frac{62}{100}$ d'une mesure, nous l'aurons de 124. en employant 2. mesures du même air. Pour l'air qui contenoit $\frac{30}{100}$, en doublant la mesure et par là la diminution nous aurons 149. Enfin pour celui qui ne contenoit que $\frac{20}{100}$ d'air vital, la diminution ou les degrés de respirabilité n'iront pas à 100. On peut employer les 2. mesures, savoir 200. d'air resp. et les allumer à la fois; mais je préfere de faire deux inflammations en entroduisant une mesure après l'autre, et de noter le resultat de l'une et l'autre expérience; de cette maniere l'une sert à rectifier l'autre, s'il y a en quelque petite inexactitude: souvent j'en fais une troisieme avec les 2. mesures à la fois, qui rectifie encore les deux premieres: alors je le note de cette maniere dim. (*sic*)

1.1.	1.1.1.	1.11	
63.	125.	124.	moyenne 125.

Il y a pourtant de cas où il me faut du premier coup meler 2. mes. d'air resp.: c'est lorsque il est considereblement vicié, au point d'éteindre presqu'une bougie; car l'air infl. refuse de s'allumer avec une seule mes. de cet air, et avec 2. il s'allume quand même l'autre air soit vicié du double. Mais ce cas n'est jamais celui de l'air atmosphèrique.

Digitized by Google

Cart. Volt. G 37, *pg.* 6 *e pg.* 7 [1].

Troisiemement il est aisé d'adapter comme j'ai fait au dessus de mon appareil, ce robinet et une eprouvette pour mesurer en quelque maniere et comparer entr'elles les explosions de differents mélanges d'airs. On peut adapter de même à vis un petit thermometre, de sort que le bulbe plonge au milieu de l'air qu'on enflamme, pour observer les degrés de chaleur ecc.

Mais voila ce qui ouvre un nouveau champ de très-belles expériences. Qu'on fasse l'inflammation lorsque ce robinet est à moitié ouvert de sort que l'air est empeché de sortir à travers l'eau du bassin superieur, il naitra une projection de cette eau correspondante à la force de l'inflammation. Or on peut reduire cette inflammation à être si foible qu'on n'apperçoive aucune lumiere; et cela en diminuant la dose d'air infl. Lorsqu'il ne se trouve pas plus que 7. de celui-ci contre 100. d'air atm. il n'y a plus de lumiere du tout, il n'y a qu'une inflammation, que j'appelle *obscure*, une dilatation soudaine du volume d'air, qui se fait remarquer par un petit jet de l'eau du bassin haut de 3. ou 4. pouces qui forme un très-joli spectacle, $\frac{6}{100}$ suffisent.

Cet appareil qui m'a servi à determiner la moindre dose d'air infl. qu'un volume d'air resp. exige pour le dernier degré d'inflammation, ayant trouvé, que cette dose est la même tant pour l'air resp. atmospherique, que pour les airs beaucop meilleurs ou beaucop plus mauvais, que celui-là savoir l'air dephl. et l'air phlogistiqué, jusqu'à un certain point, car au delà il ne peut plus se preter à aucune inflammation; m'a servi de même à determiner avec la même exactitude la moindre dose possible d'air resp. qu'exige un volume donné d'air infl. métallique, pour pouvoir prendre feu au moins par l'action

[1] *Vedasi la nota della Commissione apposta al §. 56 della Memoria pubblicata in questo Numero.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

de l'étincelle électrique. J'ai donc trouvé, que 100. d'air infl. exigent au moins 9. du meilleur air dephl. L'inflammation avec cette dose est bien foible; elle est pourtant beaucoup plus sensible que celle avec la moindre dose possible d'air infl. elle projette l'eau du bassin avec beaucoup plus d'impétuosité, et laisse appercevoir un eclat de lumiere. De l'air atm. au lieu de $\frac{9}{100}$ il en faut 50. 54. et même davantage, lorsqu'on n'employe pas une forte étincelle électrique. Il paroitroit donc, que l'air atm. ne contient que $\frac{1}{6}$ d'air vital ou dephl. Il en contient pourtant davantage plus de $\frac{1}{5}$, comme il est prouvé par d'autres expériences. Il faut par conséquent conclure, que l'air dephl. mélé avec l'autre partie non respirable de l'atmosfere s'y trouve enveloppé de maniere à ne pouvoir se prêter si aisément à l'inflammation, qu'il en faut pour cela une plus grande dose, a fin que paroissant pour ainsi dire plus à découvert il puisse être attaqué par la force reunie de l'étincelle et de l'air infl. On comprend bien qu'en employant un air plus mauvais que l'air atm. il en faudra d'autant plus qu'il est moins pourvu d'air vital.

Ce *clypeus* de l'air non respirable enveloppant l'air pur, fait qu'une portion de celui-ci echappe toujours à l'inflammation lorsqu'elle a lieu. La preuve en est, que le residu d'un melange, où l'air infl. etoit par excès, ne laisse pas que d'être attaqué et diminué ulterieurement par l'air nitreux, qu'il se prête encore à la combustion d'une petite quantité de phosphore, ce que ne fait pas un air parfaitement phlogistique, ou depouillé de tout son air vital.

Digitized by Google

Cart. Volt. G 25 [1].

L'experience capitale, que je vous propose, et que je regarde comme la clef de toute les autres de ce genre, est celle-ci.

Prenez de l'air dephl. extrememement pur et de l'air infl. aussi très-pur. Pour le premier il faut le tirer de la distillation du precipité *per sè*, ou de celle du nitre, recueillir celui qui se developpe vers la moitié de l'operation, et le bien laver dans le lait de chaux à fin de le purger de la plus petite portion d'air fixe qu'il pourroit contenir. Pour le second, comme il y en a de plusieurs especes, j'entends par air infl. pur celui qui est produit par l'eau portée au contact du fer ou du zinc rougis, de même que celui fourni par les dissolutions des dits metaux dans l'acide vitriolique allongé d'eau, ou dans quelqu'autre acide, ou dans l'alcali volatil; puisque tous ces airs infl. sont au fond les mêmes, comme mes experiences le prouvent, composés, comme je pense, d'eau et de phlogistique comme j'ai taché de demontrer dans les notes au Diction. de Macq. art. Volatilité [2] et comme j'ai eu le plaisir de vous expliquer dans nos entretiens, et ne different qu'accidentellement se montrant tant plus ou moins souillés de particules acides ou alcalines, qui n'entrent aucunement dans leur constitution, et dont on peut aisément les purger. Ayant donc pris d'un tel air dephl. et d'un tel air infl. chacun au plus haut dégré de pureté, introduisez dans le canon 2. mesures du premier, qui occupent 200. degrés, et une demie mesure du second = 50. degrés, et tirez l'étincelle electrique dans ce melange d'air; si vous avez laissé le robinet d'en bas ouvert, l'inflammation donnera avec du bruit, une secousse à l'appareil, et l'eau de dessus sera poussée violemment. Mais fermez le robinet avant que d'exciter l'inflammation, alors vous verrez une belle flamme tranquille et muette semblable à un eclair remplir la capacité occupée par l'air. Je dis

[1] *Vedasi la nota della Commissione apposta al §. 66 della Memoria pubblicata in questo Numero.* [*Nota della Comm.*].

[2] *Vedasi il N.* CXXI *di questo Volume.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

une flamme muette, en ne comptant pas un petit sifflement, qui n'est autre chose à mon avis, que le son rendu par le verre qui l'air allumé frappe interieurement d'une certaine maniere par sa dilatation instantanée. Cela fait ouvrez le robinet, et l'eau montera d'un saut jusqu'à occuper 74. ou 75. degrés. D'où vous conclurez, que non seulement tout l'air infl. = 50. degrés a disparu mais aussi 24. ou 25. de l'air dephl. lui-même. Maintenant au residu de 175. environ, ajoutez comme auparavant 50. d'air infl. et repetez l'inflammation, qui aura lieu et entrainera la meme diminution de 75. environ, de sort que le residu sera de 150., ou 152. tout au plus. De cette maniere on peut faire la troisieme, la quatrieme inflammation; toujours avec la meme destruction des deux airs, jusqu'à la huitieme, après la quelle il ne restera de residu que 8. à 10. degrés plus ou moins à raison de la plus ou moins grande pureté des airs employés. Comme il est difficile de se procurer ces airs sur tout le dephl. de la plus grande pureté, on ne reussit presque jamais à en porter la diminution jusqu'à un tel point: ordinnairement le residu arrive à un dixieme de l'air dephl. employé, rarement il est moindre de $\frac{1}{20}$ et ce residu est toujours de l'air phlogistiqué: cependant je suis parvenu plus d'une fois à détruire si fort un melange d'air infl. et d'air defl. que je n'eus qu'une bulle de residu, qui ne faisoit pas la $\frac{1}{12}$ partie du total. Nous sommes nous pas en droit de conclure de ces expériences que l'air infl. et l'air dephlogistiqué mélé dans la proportion de 100. du premier, et 48. a 50. du second se detruisent par l'inflammation en totalité, et que le peu qui reste d'air phlogistiqué dans mon appareil se trouvoit déja mélé à l'un ou à l'autre, attendu qu'il est impossible de se procurer ces airs absolument purs? Ne suffit-il pas de voir, que plus on se donne de soins pour approcher de cette pureté, pour bien proportionner le melange des deux airs, moins on a residu jusqu'à étre celui-ci si peu de chose qu'on doit du tout le mepriser?

Je me demandois dans mes premieres expériences qu'est-ce donc que deviennent ces deux airs qui disparoissent entierement? Ayant ensuite observé une vapeur nébuleuse qui remplissoit le recipient à mesures que les airs se consommoient [1]...

[1] *Qui termina il Mns.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Journal de Physique T. LX, Nivose an XIII (1805), *pg.* 151 [1].

« On voit par ce que nous venons de dire que les résultats que donne l'eudiomètre de VOLTA sont très-comparables, et que la limite de leurs différences peut-être réduite pour l'oxigène à près d'un milliène de l'air analysé. On voit encore que par son moyen on peut évaluer de très-petites différences entre deux airs ou de très-petites quantités d'hydrogène mêlées dans l'air atmosphérique. Indépendamment de la propriété qu'a cet instrument d'accuser toute la quantité d'oxigène contenue dans un air, il est le seul avec lequel on puisse évaluer la proportion d'hydrogène d'un mélange gazeux, et sous ce rapport, il auroit encore pu fixer l'attention et engager à étudier sa manière d'agir.

Ainsi l'illustre physicien VOLTA qui a enrichi la physique des plus belles découvertes, auroit encore la gloire d'avoir donné à la chimie l'instrument les plus exact et le plus precieux pour ses analyses ».

---

[1] *A. Humboldt ed J. F. Gay-Lussac pubblicarono nel* 1805 *una Memoria* « ***Expériences sur les moyens eudiométriques et sur la proportion des principes constituans l'atmosphère*** » (*Journal de Physique T.* LX, *Nivose an* XIII (1805), *pg.* 129), *nella quale, dopo aver richiamati i risultati non concordanti delle esperienze, che erano state fino allora compiute per stabilir la composizione quantitativa dell'aria atmosferica, ed aver studiato il grado di approssimazione delle esperienze che si possono fare coll'Eudiometro del V., concludevano* (*a pg.* 151) *colle considerazioni che si pubblicano.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Digitized by Google

CXXIX.

DISCORSO

SULL'ARIA INFIAMMABILE NATIVA. RECITATO NELL'AULA DELL'UNIVERSITÀ

il giorno 23 Xbre 1790.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt.: **K 10.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da K 10, nel quale, dopo il titolo e la data, si trova la seguente indicazione, pure autografa del V.: « *per la promozione di un Agrimensore* ».
DATA: da K 10.

K 10: è la redazione autografa del discorso tenuto dal V. all'Università di Pavia il 23 dicembre 1790.

Digitized by Google

Digitized by Google

Il breve corso di un solo anno Rettore Magnifico, Prof.ri Sapientissimi, esimio Candidato, Ascoltatori, quanti siete, umanissimi, destinato ad insegnare la Fisica particolare, la quale ci offre un campo sì vasto, fa che, volendo io pure scorrerne le tante parti, e spiegarle a' miei Uditori, a voce, in iscritto, e col por mano di frequente alle sperienze, difficilmente possa venirne a fine di tutte, e obbligato sia di tralasciare varie belle e nuove dottrine, e le applicazioni di alcune scoperte anche mie. Il campo apertocisi ha pochi anni delle tante diverse specie di *Arie* e naturali e fattizie, nel quale, sia detto senza vanità, non fui degl'ultimi ad entrare; e le scoperte di questo genere, che hanno sparsa tanta luce sopra molti dei più grandi ed importanti fenomeni della Natura, quali sono la combustione e la fiamma, la respirazione degli animali, le fontane e terreni ardenti, ed altri fuochi sì terrestri che atmosferici, la virtù delle foglie verdi delle piante di depurare animate da' vivi raggi solari l'aria atmosferica, e di tramandarne esse della purissima, scoperte tutte e lumi dovuti originariamente a PRIESTLEY, indi ai FONTANA, LANDRIANI, INGEN-HOUSZ e ad altri; per nulla dire di molti e principali capi delle teorie chimiche o riformati o nuovi affatto, e. g. sull'atmosfera composta di due arie sostanzialmente diverse, sulla composizione e decomposizione dell'acqua, sulla costituzione degli Acidi, sui componenti dell'acido nitroso, su quelli dell'alcali volatile, ecc. le quali scoperte e teorie si devono principalmente ai grandi Fisici e Chimici LAVOISIER, WATT, CAVENDISH, BERTHOLLET: un tal campo, dico, di scoperte, di sperienze, e teorie nuove apertoci dalle ricerche sui Fluidi aeriformi, non potrei che correrlo rapidissimamente, impiegandovi anche le Lezioni e dimostrazioni sperimentali di due intieri mesi, cioè un quarto dell'anno scolastico. Or che fia, dandogli, come soglio, un mese solo? Gli è vero, che ordinando bene, e disponendo prima le sperienze, che fo nel nostro Teatro di Fisica per loppiù due giorni la settimana, e pel tempo ciascuna volta di più d'un'ora, vengo a presentarne un gran numero, anzi quasi tutte le principali, ed ho campo di spiegarne le

Digitized by Google

conseguenze ed applicazioni immediate. Ma debbo ristringermi a queste sole, e poco o nulla discendere ad altre applicazioni, che son pur belle ed importanti anch'esse. Solamente quelle dell'*Aria infiammabile*, intorno a cui mi sono più particolarmente applicato, se volessi tutte esporle, quanto tempo non ci tratterrebbero? Giudicatelo, Ascoltatori umanissimi, da ciò che son ora per accennarvi soltanto riguardo all'*Aria inf. nativa delle paludi*, lasciando le altre tanto naturali, che fattizie.

Io non dirò, che a me si debba originariamente la scoperta di tal Aria, poichè il grande FRANKLIN avea già sospettato che da una simile aria provenisse la fiamma, che si può eccitare con un candelino sulla superficie di certe acque, nel tempo che se ne smove frugando con un bastone od altro il fondo limaccioso, come scorgesi da una sua lettera al Dr. PRIESTLEY dei 10. Aprile 1774. che quest'ultimo riporta nel primo volume della sua *Opera sulle diverse specie di arie*; e poichè era già stata raccolta di tal aria sgorgante da alcune acque, e trovata infiammabile come raccolgo da alcune relazioni prima ch'io ciò mostrassi e pubblicassi nel 1776. estendolo a tutte quante le acque stagnanti, ed anche leggermente correnti. È dunque mio soltanto il ritrovamento, che tal aria annidi in grandissima quantità in tutti quanti i fondi d'acqua anche poco limacciosi; e che essa sia un prodotto della semplice macerazione e putrefazione nell'acqua delle sostanze vegetabili ed animali: le quali noto era bensì per varie sperienze singolarmente di PRIESTLEY, che producevano oltre ad *aria fissa dell'aria inf.*, corrompendosi mediante l'applicazione di un certo grado di calore; ma era ben lungi che si credesse, l'ordinaria temperatura dell'Atmosfera sufficiente alla produzione di tal aria; e molto più, che tanta ne stanziasse generalmente confusa e aderente al fango delle paludi, da snidarsene in copia strabocchevole, col solo smovere con checchesia il fondo ossia sedimento dell'acqua.

Quest'aria così universalmente sparsa e stanziante sott'acqua l'ho dunque chiamata *Aria inf. nativa delle paludi*, per distinguerla dalle altre arie *native*, o come le chiama elegantemente il Sig. PRINGLE nell'eccellente rapporto fatto alla Società R. di Londra delle prime scoperte di PRIESTLEY, *Arie fattizie della Natura* che son sovente anch'esse infiammabili, come quelle che s'incontrano in alcune grotte, in varj scavi di Miniere soprattutto in quelle di sal gemma, e di carbon fossile, ove producono talora delle esplosioni terribili e fatali ai Minatori. Ma più che da queste stanzianti nelle cave sotterranee si distingue la nostr'aria inf. delle paludi dall'aria inf. svolta per arte dai metalli; e ciò non tanto per la diversa maniera di prodursi, quanto per la maniera di ardere. La fiamma dell'aria inf. metallica è rossiccia, produce sempre qualche piccolo scoppio al primo accendersi all'orificio del vaso che la contiene in contatto dell'aria atmosferica, e s'avanza verso il fondo di esso vaso con certa rapidità: all'incontro l'aria inf. delle paludi s'accende

Digitized by Google

chetamente, ed arde con una fiamma azzurra lambente, che progredisce lentissimamente; inoltre ella è più dura d'accendersi, richiedendo per ciò di essere toccata se non da una fiamma, da una scintilla almeno più forte.

Queste differenze farebbero a prima giunta credere, che l'aria inf. paludosa fosse assai meno inf. dell'altra, e che appena meritasse di esser chiamata tale. Eppure la cosa è tutt'al contrario: essa è incomparabilmente più ricca di principio inf. dell'aria inf. metallica, come io ho scoperto, e posso dimostrare colle prove più dirette: eccole in breve. Accendendo una misura di quest'*aria inf. delle paludi* mista a tre o quattro di *aria vitale*, cioè respirabile purissima, accendendola, dico, nel mio *Eudiometro* o a meglio dire apparato universale per l'infiammazione delle arie in luogo chiuso, truovo ch'ella vizia due intiere misure di cotest'aria vitale, trasformandola parte in acqua, parte in *aria fissa*, quando una misura d'aria inf. metallica ne cangia in acqua soltanto mezza misura, e niente in aria fissa. Un'altra prova palpabile si è il vedere, nella mia lucerna ad aria inf. come egli è almeno quattro volte più grande il volume della fiamma prodotto da un filetto d'aria inf. delle paludi, che non è quello prodotto da un filetto eguale d'aria inf. metallica. Finalmente l'aria inf. paludosa non è esplosiva, ossia non arde in un sol colpo se non è mista a un volume d'aria comune circa 8. volte maggiore del suo, quando due sole misure di questa stessa aria comune bastano per l'esplosione ed intiera scarica di una misura d'aria inf. metallica. « Or « s'intende (concludeva io da quest'ultima sperienza fin dal 1776. quando pub« blicai la prima *lettera sull'Aria inf. nativa delle Paludi*) perchè cotest'aria « arda tanto pigramente nei vasi, e richieggasi che questi sieno d'ampia bocca. « No, non è già mancanza d'infiammabilità; vuol anzi dirsi eccesso e dismi« sura, in quanto chè per fiammeggiare vivamente, debbe venir dianzi allun« gata e stemperata con dimolta aria comune ».

Che se in luogo di aria comune si mescoli la nostr'aria inf. paludosa ad aria deflogisticata ossia pura *vitale*, in proporzione di 1. a 2. allora vedrassi se non è esplosiva anch'essa tanto quanto l'aria inf. metallica, ed anzi assai più, mentre l'infiammazione si farà con uno scoppio molto più grande di quello che mai si possa avere da una miscela di due misure di aria inf. metallica con una della stessa aria vitale, che è la miglior proporzione.

Si è quì sopra accennata una sostanziale differenza tra l'aria inf. metallica, che distruggendosi nell'ardere, e tirando seco insieme la distruzione di una determinata quantità di aria vitale altro non ci dà che acqua pura; e l'aria inf. paludosa, la quale trasforma inoltre un'altra più grande quantità della stessa *aria vitale* in *aria fissa*; in quella specie cioè d'aria mefitica, che è acidula, miscibile all'acqua, che intorbida l'acqua di calce e ne precipita la terra, raddolcisce gl'alcali, e li rende effervescenti ecc. Or quì facendo riflettere quanto sia rimarcabile una tal differenza, aggiunger dobbiamo, che

Digitized by Google

anche l'aria inf. che si ottiene dagl'olj, dai carboni, dai legni, dalle ossa, da tutti in una parola i corpi combustibili vegetabili ed animali per mezzo della distillazione, non che rassomigliare sorpassa l'aria inf. delle paludi per ciò che abbruciando trasforma una più gran dose ancora di aria vitale in aria fissa; e inoltre la sua fiamma è molto fuliginosa; laddove l'aria inf. delle paludi appena e neppur sempre è accompagnata da qualche segno di fuliggine, e l'aria inf. metallica non ne dà mai il minimo indizio, nè annerisce pure l'argento. Or dunque l'aria inf. delle paludi tiene in certo modo il mezzo tra l'inf. oleosa, e l'inf. metallica ossia minerale, la quale ultima propriamente è la sola, che oltre al non dare come or ora si è detto il minimo segno di fuliggine, non produce neppure col suo abbruciare la più picciola quantità di aria fissa. A questo criterio pertanto può subito riconoscersi, di quale specie sia un'aria inf. che incontriamo in un'acqua, in uno scavo ecc.; e per tali prove, siccome per altre moltissime riesce non men sicuro che comodo il già detto mio apparato per la combustione dell'aria inf. nel chiuso, che ho perfezionato, e che adopero e mostro già da parecchi anni, del quale mi propongo di pubblicare tra poco una compiuta descrizione [1].

Del resto può essere benissimo e lo tengo anzi per probabile che una sola sia in fondo l'aria inf., e le differenti specie siano la stessa sempre, cioè l'aria inf. metallica in cui si truovino per avventura miste semplicemente, o disciolte chimicamente delle sostanze estranee. In questo modo l'aria inf. delle paludi che bruciando trasforma più o meno di aria vitale in aria fissa, come vedemmo, e l'aria inf. oleosa, che come pure si è notato fa lo stesso di una più gran quantità della medesima aria vitale, e che inoltre getta del fumo fuligginoso, non saranno diverse dall'aria infiammabile metallica, se non per trovarsi impure, e diverse saranno fra di loro per la dose e quantità forse delle materie che ascondono in seno. Ciò si rende tanto più verisimile, quantochè si truova l'aria inf. metallica siccome pura, così la più leggiera di tutte: 12. o 13. volte cioè più leggiera dell'aria com. respirabile, quando l'aria inf. delle paludi non è che 5. o 6. volte, e l'infiammabile oleosa, massime recente 2. o 3. volte solamente più leggera dell'aria atmosferica medesima, e talora quasi dell'istesso peso con questa.

Ma quali dunque saranno le materie, che miste si trovano o disciolte in queste arie inf. pure? Il carbone, ci dicono LAVOISIER, BERTHOLLET, e i loro seguaci; cui l'aria inf. discioglie facilmente; il quale carbone, siccome dirette sperienze ci mostrano che abbruciando trasforma molta aria vitale in aria fissa, ed è il solo, secondo essi, che fare ciò possa, per lo che han cre

---

[1] *Vedasi il N.* CXXVIII *di questo Volume. A questo punto il Mns. presenta un richiamo, in corrispondenza al quale si trovano, in margine, le seguenti parole: « Conviene però ogni qualvolta ».* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

duto di dar il nome a tal aria fissa di *acido carbonico;* così non è maraviglia, anzi necessaria cosa ella è, che divampando coteste arie inf. carbonizzate, come essi dicono, e tirando seco la combustione insieme del carbone che tengon disciolto, convertano una corrispondente quantità di aria vitale in cotal *acido carbonico*, od aria fissa: ciò che punto non fa l'aria inf. pura, che nulla tiene di carbone. Noi però crediamo che non solamente di carbone, ma eziandio di altre sostanze combustibili, possa trovarsi impregnata l'aria inf. ed in ispecie di olio che dissolve pur anco facilmente, e che in tale stato si truovi, se non l'aria inf. delle paludi, almen quella svolta dai corpi vegetabili ed animali, che non son privi di olio, o dagli olj stessi colla distillazione.

Lasciando per ora tutto questo, e tornando di proposito alla mia antica scoperta dell'aria inf. nativa prodotta in sì grande abbondanza dai fondi di acqua morta, e da tutte le materie che si corrompono, compresi ben tosto, che con questo si verrebbero a spiegare molti fenomeni sorprendenti, intorno ai quali non si erano fin allora dette che cose vaghe; e m'accinsi a ciò fare io stesso, a tentare varie di tali spiegazioni, e a darne alcune per certe. L'aria inf. io dicea, spremuta dai fondi paludosi oppur anche quella che si genera dai metalli ed altri fossili, e quale s'incontra in alcune miniere è sicuramente la sostanza materiale della fiamma di tante *Fontane* e *Terreni ardenti*, di cui si leggono le descrizioni: terreni, e fontane ardenti, ch'io era giunto ad imitare in qualche modo, col suscitare e far levare simili fiamme sul bordo delle acque stagnanti, e sulla superficie di esse. Anche i fuochi chiamati dai Fisici *Ambulones incendiarii*, che fur visti talora scorrer non altrimenti che i *fuochi fatui* a poca distanza da terra, ma a differenza di questi che sono innocui, appiccar fiamma a delle cascine e capanne, e cagionar altri danni, cotesti fuochi e vere fiamme ardenti più o meno voluminose, venivano secondo me dalla stessa fonte. E da che altro, aggiugnea, nasce la vampa, che talora esce fuori da alcune chiaviche, e sepolcri, ed anche da pozzi e cisterne, se non dall'aria inf. in quelle cavità congregata? Così certe fiammelle, che ne' Cemeterj non meno, che ne' luoghi paludosi vengono sovente vedute, è pur credibile che siano piccioli ammassi di aria infiammabile nuotanti e volteggianti nella bassa atmosfera.

Tutte queste idee, e molte altre avanzai fin dal 1777. nelle mie Lettere sull'*Aria inf. nativa delle Paludi*, già citate, cioè pochi mesi dopo che l'ebbi scoperta: alcuna delle quali idee ebbi campo in appresso di verificare, singolarmente quelle sopra i *terreni ardenti*: e fu visitando nel 1780. i tanto famosi Fuochi di *Pietra Mala*, situati verso il più alto degli Apennini tra Bologna e Firenze, e nel 1784. quelli nei contorni di Velleja antica Città sepolta sotto le rovine di un Monte Piacentino, intorno a cui si stava più anni addietro scavando per disotterrare gli avanzi delle fabbriche ecc. Sì: ho po-

Digitized by Google

tuto verificare tanto a *Pietra Mala* quanto a *Velleja* quello che io supposto avea, e verificarlo con ogni genere di prove; fin col raccoglierla in bottiglie l'aria infiammabile, che scaturisce da quei terreni, dopo averla resa visibile all'occhio, con obbligarla ad attraversare in forma di bolle l'acqua di alcune pozzette, da me scavate sul luogo, e ricolmate a bella posta. Ma non è qui necessario di riferire tutto quello che ho consegnato già in una Memoria sopra questo soggetto pubblicata nel 1784 [1]. Dirò solamente, che i *terreni ardenti* son più frequenti assai che non si crede, se per tali vogliano aversi anche quelli che non ardono indeficientemente, ma soltanto di quando in quando, e quelli pure che non ardono mai spontaneamente, ma aspettano ch'altri vi metta fuoco, e sì anche che li prepari e disponga in modo, che l'aria inf. ne abbia a sgorgare in maggior copia, e più raccolta. Di siffatti terreni quai limacciosi, quai secchi ne ha trovati diversi da pochi anni in quà, li ha diligentemente esaminati ed hanne raccolta sibbene l'aria inf. l'esimio Naturalista, Collega nostro, Ab. SPALLANZANI nelle varie sue filosofiche escursioni.

Dopo tutto questo resta soltanto a determinare di quale specie sia l'aria inf. dei terreni e delle fontane ardenti; se sia cioè come quella delle paludi generata dalla macerazione e corrompimento delle sostanze vegetabili ed animali, se svolta per avventura dal petrolio od altro bitume rassomigli più all'aria inf. oleosa, oppure se prodotta da sostanze metalliche od altri minerali sia aria inf. della più pura specie. Io ho potuto esaminar finora sotto questo punto di vista soltanto quella del terreno ardente di *Velleja*, ed ho trovato colle prove da me sopra indicate, per il migliore criterio, che a volume eguale essa dà una fiamma molto più ampia, che l'aria inf. metallica; che tal fiamma non è punto rossiccia, come questa, ma di un ceruleo chiaro: che per accendersi ad un tratto con esplosione ricerca assai più d'aria respirabile di quello ve ne voglia per l'aria inf. metallica, che finalmente ardendo cangia dell'aria vitale in *aria fissa*, ciò che è soprattutto da notarsi, e getta anche qualche poco di fuliggine: or dunque per nessuno di questi caratteri l'aria del terreno ardente di *Velleja* da me esaminata, ella rassomiglia all'aria inf. pura o metallica; ma tutto all'inf. paludosa, ossia de' vegetabili ed animali, ed anzi s'accosta all'inf. oleosa. Quali siano le altre degli altri terreni e fontane ardenti, non ardisco deciderlo: probabilmente ve ne avrà di tutte le sorti; ma sono inclinato a credere, che più frequentemente debba incontrarsi l'*aria inf. nativa delle paludi.*

Alcuni di questi terreni ardenti hanno una fiamma indeficiente, sebbene or cresca ora diminuisca, come quelli di *Pietra-Mala*; alcuni altri invece aspettano come già abbiamo accennato, che vi si metta fuoco, e fiammeg-

[1] *Vedasi il N.* CXXII *di questo Volume.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

giano per un dato tempo solamente, tale è la cosidetta *fontana ardente del Delfinato* (sebben non sia una fontana, ma un terreno asciutto), e vari altri; in cert'uni finalmente la fiamma si spegne e si risveglia di tempo in tempo da sè e senza sapersi come: la qual cosa è in vero mirabile. Questa accensione spontanea è ancora più evidente nelle miniere, nelle chiaviche, e cisterne, e ne' sepolcri, da cui accade non di raro, che sorta impetuosamente la vampa all'atto di scoperchiarli.

Or come ciò succeda, che una raccolta d'aria inf. prenda fuoco, e scoppj, senza accostarle fomite di fiamma, o di scintilla viva, mentre noi non sappiamo accenderla che con tali mezzi, non conosciam punto ancora; e non lo crederemmo, se non fosser molti e palesi i fatti che lo attestano. Sebbene a che farne meraviglia? Potiam noi lusingarci d'avere scoperti tutti i mezzi che la Natura impiega per produrre le accensioni? Chi avrebbe mai creduto, che un miscuglio d'olio e di fuliggine s'infiammasse spontaneamente a capo di alcune ore, come è stato scoperto pochi anni sono? E quante altre accensioni spontanee di materie che non si sarebbero credute capaci, sono state osservate dopo, e trovansi descritte nelle più recenti opere, e Giornali? Chi sa, pertanto, che non vi sia un miscuglio atto per sè ad eccitare l'accensione dell'aria inf. concorrendo sempre la dose d'aria resp. necessaria che è infine la sostanza più facile a prender fuoco di quante noi conosciamo [1]?

[1] *Seguono cortesi parole di chiusa del discorso.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Digitized by Google

CXXX.

DISCORSO

SULLE ARIE INFIAMMABILI PURE ED IMPURE E SULLE ACCENSIONI SPONTANEE CHE TALVOLTA ESSE PRESENTANO

16 Maggio 1791.

FONTI.

STAMPATE.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: **K 11.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO: K 11 presenta il seguente titolo: « *Discorso recitato nell'Aula dell'Università il giorno* 16. *Maggio* 1791. *promovendosi tre soggetti al grado di Ingegnere. In cui giustificato il nome di « aria inf. nativa delle paludi », si tratta della natura e qualità di questa e di altre arie infiammabili impure, cioè impregnate di altre materie combustibili, quali sono l'aria inf. carbonizzata, l'aria inf. solforizzata, e l'aria inf. fosforizzata, e si spiegano per mezzo di quest'ultima certe accensioni ed esplosioni spontanee nelle chiaviche, ne' sepolcri e ne' cemeteri* ».

DATA: da K 11.

K 11: è la redazione autografa del discorso recitato dal V. all'Università di Pavia il 16 maggio 1791.

Digitized by Google

Digitized by Google

Cart. Volt. K 11.

L'ultima volta, che mi toccò in sorte di tener ragionamento da questo onorevole luogo, Rettore magnifico, Colleghi sapientissimi, valorosi Candidati, Uditori, quanti siete, ornatissimi, e per un'occasione non men fausta di quella d'oggi (in cui si dà premio e corona ai nobili e faticosi studj di Agrimetria e d'Idraulica compiti da tre virtuosi Giovani, conferendosi ad essi magistralmente e con plauso universale il grado d'Ingegneri), l'ultima volta, che mi toccò in sorte di ragionare da questo luogo sopra qualche argomento specioso di Fisica, come soglio, scelsi per soggetto del mio breve discorso quella specie d'aria infiammabile, che mi è piaciuto, allorchè m'avvenni a scoprirla nel 1776. di chiamare *aria inf. nativa delle paludi.* Una tal denominazione, e parve allora, e continuò a parermi non impropria, per ciò che trovasi codest'aria avere stanza per loppiù sul fondo delle acque stagnanti e limacciose, inviluppata nel limo e fanghiglia medesima in quantità oltre ogni credere grandissima; comechè in minor dose se ne asconda anche in altri fondi d'acqua leggermente correnti, e solo manchi in quelli di pura sabbia, o sassi, senza limo, e coperti d'acqua non imbrattata da materie corrotte, conforme avvertij fin dalla prima pubblicazione delle mie Lettere su tal aria inf^{e}., ch'ebbe luogo parte in già detto anno 1776. e parte nel 1777., dimostrando in esse come traeva quest'aria l'origin sua dalla decomposizione delle sostanze tanto vegetabili, che animali, ossia organiche. A che dunque, se nella spiegazione non meno che nel fatto si conviene, a che criticare cotal denominazione di *aria inf. nativa delle paludi*, come han fatto alcuni, tra' quali il Sig. FOURCROY? Questo celebre Autore, e per tanti titoli benemerito della Chimica e della Storia naturale, termina così la sua 2.^{a} *Memoria sull'Aria inf. delle paludi* letta all'Acad. R. delle Sc. di Parigi li 6. luglio 1782., e pubblicata con altre Memorie e Osservazioni di Chimica nel 1784: « Conchiudo infine, che il nome di *gas inf. delle paludi* dato a quest'essere « dal Sig. VOLTA, non gli conviene perfettamente; poichè non è particolare « alle paludi; poichè questo Fisico l'ha trovato nei terreni umidi; poichè esiste

Digitized by Google

« nei fiumi, nelli stagni, ne' pantani (bella obbjezione invero! E non è questo « ciò appunto che dico io?), poichè (continuano i poichè) poichè i Chimici « Francesi, alla testa dei quali van posti i Sig.ri LASSONE, BUCQUET e LAVOI- « SIER l'hanno trovato in molti composti chimici; poichè infine io ne ho « cavato (altri l'avean cavato già prima di lui) da tutte le sostanze organiche « in decomposizione. Non si potrebbe pertanto chiamare *gas inf. organico*? « Questo nome lo distinguerebbe dal *gas inf. minerale*. Forse sarebbe più « a proposito di dargli un nome cavato dai suoi principj chimici: allora quello « di *gas inf. cretoso* gli converrebbe assai bene, dinotando esattamente la « sua natura ». Fin quì il Sig. FOURCROY: a cui mi sia lecito di fare risposta; e non vi sia grave, Ascoltatori umanissimi, ch'io v'intrattenga per poco su questa, che non è lite solamente di parole, ma versa sulla natura e costituzione di quest'aria inf. medesima, a cui tanti naturali fenomeni son dovuti, de' quali una parte ho già riferiti, e spiegati nel precedente discorso, in ispecie le fiamme dei terreni, e delle fontane ardenti, ed altri mi propongo di mettervi sott'occhio, e spiegarvi in questo.

Rispondo dunque al Sig. FOURCROY, che se a tante altre sostanze si dà nome anche dai Chimici più severi, o almeno un epiteto s'aggiunge preso dal luogo, ove quella tal sostanza, sia semplice, sia composta, trovasi più comunemente e in maggior abbondanza, come, per recare un sol esempio, si fa col sal comune, che sal marino si chiama, appunto perchè nel mare più che altrove si truova, e sempre vi abbonda, sebbene anche in altri luoghi se ne incontri, cioè in tante fontane, e nelle miniere sue proprie, ed estrarre inoltre si possa coll'arte da varj composti, per egual modo, e con lo stesso diritto si potrà dare il nome di *aria inf. paludosa* a quella di cui si tratta, giacchè annida essa sempre nelle paludi, e in copia stragrande, ancorchè in altri siti avvenga talora di ritrovarne, e l'arte sappia svolgerne da certi corpi? Avvene di cotest'aria inf., lo concedo, anzi io stesso l'ho detto e mostrato fin dapprincipio in quelle mie lettere già menzionate, avvene anche fuori delle paludi, ne' terreni stati coperti d'acqua più o meno stagnante e fradicia, poi rimasti mezzo asciutti, da' quali l'ho io spremuta sovente, e talora raccolta in vasi, talora infiammata sul luogo, come ivi riferisco; ma a questa, come mai ha potuto dire il Sig. FOURCROY, che non convenga il nome di *aria inf. paludosa*? Avvene talvolta ne' sepolcri, nelle chiaviche e latrine, nelle cisterne, e in altre cavità sotterranee; ma poichè anche questa è della stessa specie, com'egli medesimo conviene, cioè nata dalla decomposizione di sostanze organiche, della stessa specie, dico, che quella delle paludi, dove è molto più abbondante, dove ha, dirò così, la naturale sua stanza, e dove non si manca mai d'incontrarne, quando in quegli altri siti, cioè fuori delle paludi, è assai più rara, non veggo che sia disconveniente, anzi mi pare convenientissimo di denominarla dovunque si truovi, giacchè infine è sempre la stessa, *aria inf. paludosa.*

Digitized by Google

Se al Sig. FOURCROY sarebbe piaciuto più di chiamarla *aria inf. cretosa*, come abbiam sentito da lui, tenendola egli per un composto ossia miscuglio, parte d'aria inf. non diversa da quella che s'ottiene dalla soluzione del ferro o del zinco nell'acido vitriolico diluto, e parte d'*aria fissa*, od *acido aereo*, chiamato a quel tempo da lui e da altri Fisici e Chimici Francesi, *gas acido cretoso*; io senza insistere sull'improprietà di questo nome dato già all'*aria fissa*, ma rigettato oggigiorno e da lui e da essi, con sostituirvi quello assai più conveniente di *gas acido carbonico*, passo a dire, che ho tanto in mano da mostrargli l'insussistenza dell'altro suo supposto cioè, che tanto l'aria inf. delle paludi, quanto quella ottenuta colla distillazione delle materie vegetabili od animali, trovisi sempre mescolata con una dose più o men grande d'aria fissa; e che da questa mescolanza, e non d'altro dipendano, come pretende, tutte le proprietà con cui si distingue tal aria inf. organica dalla metallica, o minerale, per servirmi delle appellazioni da lui usate. Gli mostrerò dunque in prima, che sebbene l'*aria inf. paludosa* di cui si tratta principalmente, trovisi sovente mescolata con più o meno di aria fissa, questa però è accidentale, tal che v'ha dell'aria inf. in certi fossi, e in certi tempi, nella quale non si truova un tal miscuglio, come è facile accertarsi cimentandola coll'acqua di calce, la quale punto non viene intorbidata da tal aria, nè il volume di questa viene punto diminuito da essa acqua e neppure dal latte di calce, che pur assorbe con tanta avidità l'aria fissa. Ora una tal aria inf. scevra naturalmente d'aria fissa, siccome ancora quella, che contenendone più o meno, ne è stata intieramente spogliata mercè il farla passare e ripassare nel latte di calce, possiede tuttavia ognuna delle qualità già da me rimarcate, che la distinguono dall'aria inf. sommamente leggiera e pura delle effervescenze metalliche, o dell'acqua che passa in contatto del ferro rovente, e a quell'altra aria inf. la mostrano eguale, che si ottiene dall'acqua che passa in contatto del carbone puro parimenti rovente, da cui finalmente non è sostanzialmente diversa quella prodotta dalla distillazione delle materie vegetabili ed animali. Queste proprietà sì dell'aria inf. delle paludi, che delle altre, a cui si rassomiglia tanto, sono, oltre l'ardere placido e lento con fiamma azzurra lambente (fenomeno per sè solo poco significante ed equivoco, giacchè può dipendere da varie cause, e l'istessa aria infiammabile metallica, fa altrettanto ove sia mescolata a buona dose d'aria fissa, o di aria flogisticata), e oltre il non detonare se non mista ad un volume presso a poco eguale di aria vitale, ovvero 7. od 8. volte più grande di aria atmosferica, di alterare una molto maggiore quantità di quest'aria comune atmosferica, o di aria pura vitale, di quello ne alteri un egual volume di aria inf. metallica, e di convertirla tal aria, che essa altera, non già solo in acqua, come fa codest'aria inf. metallica, ma gran parte in *aria fissa*. Adunque torniamolo a dire l'aria inf. paludosa,

Digitized by Google

la quale o non contenga originariamente aria fissa, o siasi col latte di calce spogliata di quella porzione, che accidentalmente ne conteneva (e lo stesso dicasi dell'aria ottenuta colla distillazione dal carbone, o da qualsisia sostanza vegetabile od animale), è differentissima ancora, ed è men pura dell'aria inf. che s'ottiene sia dall'effervescenza del zinco, e del ferro, nell'acido vitriolico diluto, o in altr'acido, sia dall'acqua portata in contatto del ferro rovente, e come men pura, trovasi infatti molto più pesante.

Dirà forse il Sig. FOURCROY, che sia mista così intimamente ad una porzione di aria fissa, che non se ne lasci privare neppur dal latte di calce? Ma oltrecchè una tal supposizione è affatto gratuita, e non ben si comprende come ciò esser possa, è facile mostrargli che l'esperienza vi contraddice, e molto più che in tal miscuglio consista, com'egli pretende di mostrare nelle citate due Memorie, la differenza fra l'aria inf. di cui si tratta, e la metallica ossia quella della più pura specie. Infatti come mai accendendo eguali volumi d'aria inf. metallica, e d'aria inf. paludosa, verrebbe questa a dare una fiamma molto più grande che quella (com'io mostro provando l'una e l'altra nella mia lucerna ad aria inf.), come mai ciò, se in realtà meno di vera aria inf. contiene, essendo una parte del suo volume aria fissa? E come può insisterò ancora una misura della medesima aria, che, secondo lui, non è già tutta inf. ma in parte aria inf. in parte aria fissa, come può fare scomparire ed alterare ben due misure d'aria vitale, quando un'egual misura di aria inf. pura non ne fa scomparire, che mezza misura circa secondo dimostrano le sperienze col mio Eudiometro? Di nuovo, come potrebbe dall'accensione di una misura di tal aria inf. paludosa, o d'aria cavata colla distillazione, sia dai carboni, sia dagl'olj, sia dai legni, od altri corpi combustibili, che è, come già s'è detto e ne conviene il Sig. FOURCROY della stessa specie, come potrebbe, dico, provenirne più di una misura di *aria fissa*, più di tutto il volume cioè dell'aria inf. impiegata, conforme accade, e posso facilmente far vedere coll'istesso mio Eudiometro? Se vengasi a mescolare dell'aria inf. pura, ossia metallica (continuo a chiamarla metallica, come comunemente si è chiamata, senza cercare ora se tal nome le convenga, o nò), con una metà, un terzo, un quarto d'aria fissa, come ha fatto il Sig. FOURCROY, pretendendo con ciò di formar un composto eguale all'aria inf. impura, di cui si tratta, si avrà bene coll'accensione il fenomeno somigliante della fiamma lambente azzurra (fenomeno che ho avuto ragione quì sopra di chiamare poco significante, ed equivoco); ma non si avrà la scomparsa, nè il cangiamento in aria fissa di tant'aria vitale, che superi il volume dell'aria inf. impiegata: nè già abbruciando tal aria mista nella mia lucerna presenterà una fiamma più voluminosa che se fosse aria inf. pura, ma anzi meno, com'è naturale. Finalmente se si farà passare tal miscuglio nel latte di calce, prima della infiam.ne, verrà assorbita tutta l'aria fissa, e l'inf. rimasta brucerà poi al solito, producendo sola acqua, e nulla d'aria fissa.

Digitized by Google

Nò dunque: non contiene l'aria inf. paludosa, o della distillazione de' corpi organici, tant'aria fissa, quanta ne compare in seguito all'accensione sua entro all'aria resp. che serve a tal accensione, e spesso anzi ne contiene pochissima, e talora niente; o può farsi almeno che non ne contenga, spogliandonela affatto coll'acqua, e meglio col latte di calce. Ma quando pure è così spogliata d'aria fissa, non lascia di manifestare tutte le proprietà sopra noverate, per cui si distingue dall'aria inf. metallica, e specialmente la proprietà di produrne di tal *aria fissa* in buona dose per effetto della combustione sua, o a dir più giusto della combustione di qualche altra sostanza che contiene atta a trasformar l'aria vitale in *aria fissa*. Or non conosciamo che il carbone, e i corpi che contengono carbone, i quali producano combinandosi con l'aria vitale, che serve alla loro combustione, quest'*aria fissa*, od *acido aereo* chiamato perciò acido carbonico conciosiachè altri combustibili producano combinandosi colla medesima aria vitale o la sua base, ciascuno un acido proprio, cioè, il solfo l'acido sulfurico, il fosforo l'acido fosforico, l'aria nitrosa l'acido nitrico. Il carbone produce dunque anch'esso un acido peculiare chiamato dai Neologi *acido carbonico*. Se così è che il solo carbone combinandosi coll'aria vitale la trasformi in *aria fissa*, adunque il carbone dobbiam dire che sia la sostanza, che è contenuta nell'aria inf. di cui si tratta, e che vi si truova in istato d'intima unione, e chimicamente disciolto, giacchè nè per sedimento spontaneo, nè per replicate lavature e diguazzamenti nell'acqua pura o nell'acqua di calce avviene, che si separi da tal aria. In tal modo s'intende come le proprietà di questa dipendano anzichè da un miscuglio di aria fissa, bella e formata, come pretese già il Sig. FOURCROY, dalla combinazione con uno de' principj costituenti l'aria fissa medesima, che si è scoperto finalmente, e in oggi si sostiene da lui medesimo siccome uno dei più zelanti partigiani della novella teoria, essere il carbone; il quale abbrugiando in un coll'aria inf. che tienlo disciolto, mentre questa passa come si sa a formare con una determinata quantità d'aria vitale tant'acqua, ne converte esso un'altra determinata quantità in aria fissa, od acido aereo chiamato coerentemente ai principj dell'anzidetta nuova teoria sulla combustione, e sulla formazione degli acidi, *acido carbonico*, e poichè sussiste in forma d'aria, *gas acido carbonico*. Chiami dunque il Sig. FOURCROY partigiano non solo della novella teoria, ma grande Atleta della medesima, l'aria inf., che è piaciuto a me fin dapprincipio di denominare dai luoghi, in cui più costantemente, e in maggior copia s'incontra, *nativa delle paludi*, la chiami egli allorchè vuol indicarne i suoi veri componenti, piuttosto che *gas inf. cretoso* (come egli poneva / progettava sopra quel nome improprio dato all'*aria fissa* di *gas acido cretoso*, e sopra il falso supposto, che le qualità di tal aria inf. dipendessero da un miscuglio con più o meno di essa aria

Digitized by Google

fissa), e piuttosto che *gas inf. organico*, ciò che esprime la cosa troppo vagamente, chiami, dico, conformandosi ai Colleghi suoi nella nuova teoria e nomenclatura chimica, tal aria, e quella omologa della distillazione, *gas inf. carbonioso*, o carbonizzato, che questo nome adotterò ancor io di buon grado, senza abbandonare però l'antico da me datole di *aria inf. nativa delle paludi*, datole, dico, tanto in vista dell'origin sua più comune, quanto ancora per distinguerla, come già avvertij nell'altro mio ragionamento, dalle altre *arie native*, chiamate elegantemente dal Sig. PRINGLE *Arie fattizie della Natura*, che son sovente anch'esse infiammabili, ma hanno altra origine.

Del resto cessi d'obiettarmi, ch'io non abbia nè considerata, nè tampoco riconosciuta la presenza dell'aria fissa nella mia inf. paludosa. S'egli ha lette le mie lettere, che cita, avrà pur trovato nella 2.ª che lo asserisco formalmente con queste precise parole: « Per finirla, tutti i fondi d'acqua, dai quali ho po« tuto snidare dell'aria, mi han dato dell'*aria inf.*, che sovente però (notisi bene « sovente) ho trovata *mista ad una porzione di aria fissa* ». Che vuole di più di un'asserzione così positiva? La stessa cosa, se non l'ho espressamente enunciata, l'ho però assai chiaramente supposta in altri luoghi delle stesse Lettere. Così infine della 3.ª spiego com'io concepisco, che le sostanze vegetabili, e le animali decomponendosi nell'acqua, producano prima dell'*aria fissa*, quindi della *putrida* o *flogisticata* (come chiamavasi allora quella, che dai *Neologi* or dicesi *gas azoto*), e per ultimo dell'*aria inf.* Or non ho già inteso di dire con ciò, che quando questa terza comincia a prodursi, le altre due se ne siano andate intieramente, e più non ne resti, onde non mai compajano assieme; anzi il contrario ho inteso, cioè che bene spesso avvien che trovinsi mescolate, come è troppo naturale e come si raccoglie chiaramente ch'io pensava dal passo già recato, in cui lo dico espressamente, e da altri molti nell'opera istessa: Per esempio dove ragionando nella 5.ª lettera della novità di quest'aria inf. e dicendo, che sebbene se ne avessero avute delle traccie e dei lumi, pur si potea ancor dire sconosciuta, vengo a parlare specialmente delle sperienze del Dr. PRIESTLEY, colle quali avea ottenuto da alcune sostanze animali fatte macerare a un grado di calore considerabile, dell'aria inf. mista a un settimo circa di *aria fissa*, e dalle sostanze vegetabili poste nelle medesime circostanze solamente aria fissa ed *aria putrido flogisticata*. Io dunque annunciava come cosa nuova, o almen non bene conosciuta, che anche aria inf. e sì in gran copia producono le sostanze vegetabili macerandosi e decomponendosi nell'acqua al semplice calore dell'Atmosfera, non che le sostanze animali; ma nel pubblicare ciò qual cosa nuova e inaspettata, non escludeva io già che insieme non si formassero, e rimanesservi mescolate le altre due arie suddette, subentrando l'una prima che finisca l'altra durante la decomposizione di tali sostanze organiche. Coerentemente a ciò racconto in un altro luogo d'aver tratta da certi fondi d'acqua dell'aria mista,

Digitized by Google

che pochissimo ne conteneva d'infiammabile, essendo per la maggior parte aria, che estingueva la fiamma di un candelino, e che conformandomi ai nomi ricevuti allora io chiamava *aria flogisticata.*

Or di quest'aria flogisticata, nomata oggi giorno dai Chimici della setta antiflogistica *gas azoto*, se io dirò che non tenne alcun conto il Sig. FOURCROY nelle due Memorie da lui pubblicate lo dirò con più di ragione di quello egli n'avesse di dire, ch'io non abbia tenuto conto dell'*aria fissa*, nell'indagare la natura e costituzione dell'*aria inf. delle paludi.* Io, e feci intendere abbastanza in più luoghi delle mie Lett., e in uno le espressi formalmente, che non di rado a tal aria inf. trovasi mista dell'*aria fissa*: egli all'incontro nè dice, nè lascia pur intendere che mista vi sia mai dell'aria flogisticata: che del pari io vi riconobbi. Egli, come appare, o non ammetteva codesta specie d'aria mista a detta inf., o non la distingueva dall'*aria fissa*, come ne fa sospettare là dove dice, che la così detta aria flogisticata precipita anch'essa l'acqua di calce. Meglio dunque di lui la distinguevano, ed entrar la facevano tanto nell'*aria inf. delle paludi*, quanto in quella della distillazione i Sig.ri NERET, e BARBIER DE TINAN, nelle loro Memorie, ed io prima di loro, là dove nella mia Lett. 7.ª, son tentato d'attribuire a questo miscuglio d'aria flogisticata l'ardere che fa con tanta lentezza, e con fiamma lambente azzurra l'aria inf. sì nativa delle paludi, che prodotta dalla distillazione de' corpi organici. Infatti quanto più sono mescolate queste con tal aria flogisticata, tanto più la fiamma loro è lenta, e di un azzurro più cupo.

E quì mi sia lecito di far osservare al Sig. FOURCROY, che la sperienza, su cui tanto si fonda in quelle sue Memorie, cioè di far sì, con un conveniente miscuglio d'aria fissa, che anche l'aria metallica imiti nell'ardere la fiamma azzurra lambente dell'aria inf. paludosa ecc., è più sperienza mia, che sua, giacchè tre anni avanti ch'ei leggesse all'Acad. Reale la prima di tali Memorie, io, in quelle stesse mie lettere ch'egli cita, cioè nella 7.ª, dove cerco di spiegare da che dipende la maggiore o minor vivezza, e il colore della fiamma nelle arie, scritto avea come siegue: « Sarà utile non per tanto di stendere questo « esame a ciò che succede alle altre arie inf. cavate dalle dissoluzioni metal- « liche. Queste arie bruciando più vivamente che quella de' vegetabili, e con « un'esplosione sensibile, anche senza essere mescolate con aria comune, hanno « ordinariamente una fiamma, la quale, invece d'essere turchina è di un rosso « chiaro tirante al giallo. La fiamma dell'aria cavata dal Zinco è la più chiara « di tutte.... Ma egli è più del nostro soggetto il farvi osservare, come si pos- « sono degradare (se mi è lecito esprimermi così), queste arie inf. riducen- « dole al punto di abbruciare con una fiamma lenta e azzurra, simile omni- « namente a quelle che danno le arie cavate dai vegetabili. (E poco dopo).... Io « posso farvi vedere, che la sua fiamma (parlo ancora dell'aria inf. metal-

Digitized by Google

« lica) è affatto azzurra, allorchè le si mescola invece d'aria comune un volume « eguale di aria fissa, o di aria flogisticata, l'una e l'altra delle quali non son « punto favorevoli alla produzione della fiamma. Il Dr. PRIESTLEY fa rimar- « care come una cosa straordinaria questo colore azzurro, che prende la fiamma « dell'aria inf. mescolata coll'aria fissa, e dice, che non ha potuto ancora « scoprirne la cagione. Ma non sì tosto io ebbi fatto le riflessioni sul colore « della fiamma, che vado ora quì sviluppando, che immaginai, che mesco- « lando l'aria inf. coll'aria flogisticata, la fiamma comparirebbe egualmente « azzurra, e ben presto lo verificai. Il Cav. LANDRIANI lo aveva diggià pro- « vato, come egli mi comunicò non ha molto ». Fin qui nella mia lettera 7.ª, che lunga assai, verte tutta sui colori della fiamma, e sui gradi di sua vivacità.

Or mi si faccia ragione, e dicasi, cosa ha mostrato dippiù il Sig. FOURCROY tre anni dopo, nelle sue due Memorie? Ha ben preteso mostrare che da un tal miscuglio naturale dipendano le proprietà dell'aria inf. de' corpi vegetabili ed animali, per le quali si distingue dall'aria inf. metallica. Ma questo, come ho provato, non può in modo alcuno sostenersi, dopo massimamente le sperienze con cui fo vedere, che quella prima produce fiamma più grande, ed altera maggior quantità di aria resp., di quel che faccia a egual volume cotest'aria inf. metallica: le quali sperienze evidentemente dimostrano, che non è già più povera quella, ma anzi più ricca d'infiammabilità, che non v'è in essa mancanza, ma anzi eccesso e dismisura, come mi esprimeva fin nelle mie prime Lettere già più volte citate.

Invero qual fosse, e in che consistesse questa sopraccarica di sostanza infiammabile nella nostr'aria, non potei allora, nè dopo anche molto, determinarlo; ma a buon conto intesi, e chiaramente espressi, che dovea esservi; laddove il Sig. FOURCROY credè correggermi, e cogliere il punto col gettarsi ad un partito opposto, col togliere cioè a tal aria della sua infiammabilità e farla parte inf. parte nò: nel che andò grandemente errato. Le ulteriori ricerche, e scoperte sulle arie hanno finalmente fatto vedere, come sopra dicevamo, che la materia combustibile, la qual sopraccompone l'aria inf. di cui si tratta, e che io cominciava a credere alcuni anni sono, per certe mie particolari sperienze, poter essere olio, è invece un de' principj costituenti esso olio, cioè il carbone; il quale disciolto nell'aria inf., che in fondo è sempre la stessa, forma tal sopraccarica, e ridondanza, diciam così, d'infiammabilità in essa, conciliandole ancora come ben s'intende, quella maggior gravità specifica, di cui veggiamo che gode. Ciò, ripeto, han messo in chiaro le moderne sperienze, singolarmente di LAVOISIER, sulla combustione del carbone; e il Sig. FOURCROY, come uno de' più zelanti partigiani, anzi cooperatore della riforma chimica, è in oggi del medesimo sentimento, a cui soscrivo io pure di buon grado: e con ciò non vado così lontano dalla mia antica opinione, come è obbligato di allontanarsi dalla prima sua il Sig. FOUR-

Digitized by Google

CROY. Infatti riguardando io l'aria inf. in questione come sopraccarica d'infiammabilità veniva a dire presso a poco quello, che in oggi si ha per dimostrato, cioè ch'ella è pregna di altra materia anch'essa inf. Al contrario il Sig. FOURCROY, quanto era lungi da questo mentre detraeva una parte della sua inf. a tal aria, volendola mista e stemperata con altr'aria non inf. anzi nemica della fiamma? Dica pertanto egli medesimo chi di lui o di me andasse più presso al vero. Ma finalmente in oggi non v'è più fra noi contestazione su questo. Egli tiene con LAVOISIER e gl'altri della Setta, che di carbone sia pregna l'aria inf. di cui si tratta; ed io pure tengo lo stesso.

Solamente aggiungere vorrei, che, se non nell'aria inf. nativa delle paludi, e che ha stanziato lungamente sott'acqua, in quella almeno estratta colla distillazione dagl'olj, e grassi, e da tutte le sostanze sia vegetabili, sia animali, vi si truovi disciolto, oltre il carbon puro, anche dell'olio in sostanza, come dinota l'odore d'empireuma, che hanno tali arie della distillazione, e l'ardere con fiamma molto fuligginosa; le quali due cose non ho osservate nell'aria inf. nativa delle paludi; e diventano ognor meno rimarcabili anche in quella della distillazione quanto più lungamente rimane essa in contatto dell'acqua, e massime se con questa si sbatta e diguazzi.

In alcuna delle arie inf. de' terreni ardenti, delle quali ho ragionato nell'antecedente discorso, ho avuto puranche indizio, che siavi qualche porzione d'olio, dalla fuliggine, che bruciando mi han data. Del resto, se l'aria inf. discioglie l'olio, come ha provato il Sig. MORVEAU, niente di più naturale, che ne contenga quella proveniente dagl'olj, dalle resine, dai grassi, o da' corpi vegetabili ed animali, che ne son ricchi.

Ma queste non sono le sole arie inf. impure, pesanti, composte e combinate con altra materia combustibile, che noi conosciamo: cioè non è solamente il carbone e l'olio, che possan tenersi in dissoluzione nell'aria inf. Esistono due altre sostanze, che i novelli Chimici ossia gli *Antiflogistici* hanno egualmente che il carbone, per combustibili semplici o almeno indecomponibili, e che disciolte nell'aria inf. (la quale per sè è sempre la medesima, una e sola, cioè il loro *gas idroginio*) ne costituiscono due altre specie ben conosciute. Queste sostanze sono il solfo, e il fosforo; e l'aria inf. impregnata del primo che è l'aria sulfurea o epatica, vien detta da essi *gas idroginio solforizzato*; quella impregnata del secondo *gas idroginio fosforizzato*, non altrimenti che *gas idroginio carbonizzato* chiamano l'aria inf. combinata col carbone, di cui abbiam già a lungo ragionato. Ora il *gas idroginio solforizzato*, ossia l'aria epatica, di cui trovansi impregnate le acque minerali dette appunto sulfuree, e che da esse si svolge, che ricavasi anche artificialmente dal fegato di solfo, e da altri composti sulfurei, quest'aria epatica, dico, son già degli anni non pochi, che è nota. Assai più recente è la scoperta

Digitized by Google

dell'aria inf. fosforica, che ha ottenuto il primo il Sig. GENGEMBRE; e alcune singolari proprietà della medesima ci han mostrate sì esso, che altri dopo di lui.

Detto abbiamo or ora e dalle cose finora dedotte sembra abbastanza comprovato che l'aria inf. è in fondo sempre la medesima, una e sola, la stessa in tutte quante le specie o a meglio dire varietà che si osservano, cioè l'aria inf. chiamata già metallica, perchè si credea, che si svolgesse dai metalli medesimi, o ch'essi almeno ne fornissero il primario elemento, cioè il Flogisto, quantunque si abbia oggi per dimostrato nella nuova teoria antiflogistica, che viene unicamente dalla decomposizione dell'acqua, di cui essa aria inf. è uno de' principj costituenti, e che i metalli non servono per conseguenza che come mezzi di tal decomposizione dell'acqua combinandosi coll'altro suo principio costituente, che è l'aria vitale. Quel ch'è certo si è, che un miscuglio di tal aria inf. semplicissima e leggerissima con una metà circa del suo volume di aria pura vitale, se abbrugisi in vasi chiusi, avviene che tutto il volume di essa aria scompaja, e null'altro ottiensi che acqua (salvo un pochissimo di acido nitroso e di aria fissa od acido carbonico i quali certamente provengono dal non essere purissime nè l'aria vitale nè l'infiammabile) il peso della qual acqua agguaglia molto prossimamente quello delle due arie scomparse. Su questo fondamento, che l'aria inf. o a dir più giusto la sua base sia uno de' componenti o principj prossimi dell'acqua, han chiamato i Chimici della novella Setta, tal base *idroginio*, e l'aria inf. medesima *gas idroginio*. Questo dunque *gas idroginio* od aria inf., che forma in un coll'aria vitale, la qual serve alla sua combustione, pura acqua, è lo stesso (ripetiamolo ancora) in tutte quante le specie o a meglio dire varietà d'aria inf. che si osservano; le quali per conseguenza in ciò solo differiscono, che trovansi impregnate di diverse sostanze combustibili. Infatti tutte producon dell'acqua abbrugiando col concorso dell'aria vitale corrispondentemente al volume che hanno di vera aria inf. producendo poi anche in ragione dell'altra materia combustibile che ascondevano in seno, un altro composto, cioè aria fissa, se tal materia era carbone, acido sulfureo, se era solfo ecc.

Or di queste arie inf. gravide d'altra sostanza combustibile (indipendentemente da qualsivoglia miscuglio con altri gas, che or non vogliamo considerare) tre o quattro specie possiam dire, che siano fino ad ora conosciute, secondo quello che abbiam sopra osservato, cioè aria inf. o gas *idroginio carbonoso*; *gas idroginio carbonoso ed oleoso insieme* (seppure vuol farsi questa distinzione); e *gas idroginio solforoso;* e *gas idroginio fosforoso.*

Della prima, a cui appartiene l'aria inf. prodotta colla distillazione di tutte le sostanze organiche, e de' corpi in cui si truova del carbone, e che comprende anche l'aria inf. nativa delle paludi, abbiam parlato già abbastanza in questo, e nel prec. Discorso. Dell'aria inf. sulfurea, od epatica ab-

Digitized by Google

biam toccato qui sopra alcuna cosa, e come le sue qualità sono in gran parte già note, non accade per ora dirne dippiù. Ma dell'ultima specie, cioè dell'aria inf. fosforizzata accennato avendo soltanto, che si distingue per alcune proprietà singolari, e affatto nuove, siccome nuova è essa medesima, non vi dispiaccia, cortesi Uditori, che due parole vi faccia per mostrarvi di tali sue qualità almeno la più bella e sorprendente, e farne l'applicazione ad un fenomeno d'infiammazione spontanea, che non si era potuto finora spiegare.

Questa proprietà dell'aria inf. fosforosa, cioè pregna di fosforo, è d'accendersi, e sì con iscoppio al solo venir in contatto dell'aria resp., senza cioè che sia bisogno di eccitare tal accensione con altra fiamma o scintilla, com'è necessario per l'aria inf. pura, e per tutte le altre impure. Basta solo che l'aria respirabile sia discretamente pura, cioè di bontà ordinaria, come la comune atmosferica, e che la temperatura d'ambedue non sia molto fredda. Bello è il vedere introducendo bolla per bolla siffatta aria inf. fosforosa nell'aria resp. confinata in un vaso sopra l'acqua, o sopra il mercurio, fiammeggiare ciascuna di tali bolle e produrre una picciola esplosione al primo venir in contatto con essa aria resp.

Or ecco la naturale e facile applicazione, che può farsene alle accensioni spontanee che talvolta accadono dell'aria raccolta in certe cavità sotterranee, segnatamente nelle chiaviche, e sepolcri: che è quel fenomeno difficile a intendersi, con cui terminai l'altro mio discorso sull'aria inf. nativa, e che mi riservai a nuova occasione di spiegare. Cotal aria infiammabile delle chiaviche, de' sepolcri ecc. è per avventura o in tutto o in parte aria inf. fosforata (dico per avventura, giacchè non abbiamo osservazioni dirette, che ce la provino tale), la quale prende fuoco, divampa, e scoppia, senza che vi si applichi fomite di fiamma o di scintilla, pel solo contatto, e tramescolamento di una conveniente dose di aria resp. comune non fredda introdottavi o col levar via il coperchio di quelle chiuse stanze sotterranee, o insinuatavisi per altre strade.

Nè già, manca il fondamento di credere quell'aria inf. pregna di fosforo, sebben manchino ancora, come già dissi, le prove dirette, e questo fondamento è, che nasce tal aria in massima parte dalla decomposizione di sostanze animali, nelle quali trovasi il fosforo, ed è anzi riconosciuto per uno de' principj costituenti delle medesime. Anche certe fiammelle, che nascono quà e là fuori e a poca altezza da terra, scompajono, e tornano a ricomparire, sopra i Cemeterj, ed altri luoghi ove trovansi sepolti, od ammassati ossami; si può facilmente concepire, che prodotte siano da volumi più o men grandi di cotal aria inf. fosforata nuotanti nell'atmosferica, e traenti origine dall'ultima decomposizione delle ossa medesime, in cui più ancora, che in altre parti animali abbonda il fosforo.

Digitized by Google

E quì pongo fine al Discorso già troppo lungo; e ai fenomeni d'accensione dell'aria inf. nativa nella bassa regione dell'Atmosfera. Un'altra volta forse mi leverò in alto a considerare quelli che possiam immaginare che essa aria inf. produca nella media, e nella suprema regione [1].

[1] *Seguono cortesi parole di chiusa del discorso.*

[*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

CXXXI.

ESTRATTO DI LETTERA AL P.RE RACCAGNI

29 Aprile 1795.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt.: **E 30.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da E 30.
DATA: da E 30.

E 30: è la minuta autografa di parte di una lettera al P.re Raccagni, in data 29 aprile 1795, in cui sono contenute delle considerazioni sulle differenze fra combustione ed incandescenza: questa minuta fa parte di un fascicolo di appunti di varia natura.

Digitized by Google

Digitized by Google

Cart. Volt. E 30.

Il fenomeno dell'accensione del ferro, zinco, rame ec. misti al solfo in qualunque aria mofetica, ed anche nel vuoto, non ha, secondo me, niente di sorprendente, e molto meno di contrario alla teoria degli anti-flogistici, se, come io penso, non succede alcuna vera *combustione*, ma semplicemente un riscaldamento, che arriva fino all'*incandescenza*. È facile capire, che altra cosa è l'*arroventamento*, altra la *combustione*: per questa richiedesi la presenza dell'*aria vitale* o dell'*ossigene*; non per quello, in cui non vi ha punto di *ossidazione*. Un corpo meramente infocato, cioè rovente o candente, può benissimo mantenersi tale in qualsisia moffetta, ed anche nel vuoto, finchè cioè mantiene il calor necessario e può sibbene da non rovente divenirlo, ove acquisti come che sia il grado di calore richiesto. Ora fra i mezzi di eccitare un tale e tanto calore vi è lo sfregamento de' corpi duri; ed ecco che infatti possono, a forza di sfregamento divenir roventi nel vuoto ec., non che i metalli, le pietre, ed altri corpi avvegnachè incombustibili: ma vi è poi anche un altro mezzo non meno efficace, che è quello delle *combinazioni chimiche*, e dirò così compenetrazione di varie sostanze, nelle quali molto calorico *latente* diventa *libero e sensibile*: le miscele di acqua e sp. d. v. molto più di acqua e acido sulfurico (vitriolico) sviluppano molto calore, e innalzano la temperatura a 40. 60. 80. 100. e più gradi; il qual calore però è ancora inferiore al calor rovente, a cui cotali liquidi non possono altronde salire; ma bene vi può salire la calce viva bagnata ad un tratto con acqua nè troppa nè poca; come infatti succede, che si arroventi e riluca nell'oscurità. Or se la combinazione dell'acqua colla calce viva può liberar tanto calorico da rendere la massa rovente infocata, senza che ciò possa dirsi vera e propria combustione (e come potrebbesi mai aver per tale se si riconoscono tali corpi per incombustibili?) senza che per ciò vi sia bisogno di aria vitale; perchè lo stesso non potrà accadere nella combinazione del solfo colle limature metalliche, che si svolga cioè un calore anche più intenso, il qual renda la massa non che rovente, ma candente pur anco e sfavillante? Il calore applicato

Digitized by Google

basterà per avventura che fonda il solfo, per cominciare la dissoluzione in esso del metallo; la quale procedendo via via con qualche rapidità, e dando campo a formarsi del tutto una massa piritosa (un sulfuro metallico), se il calorico, che per tal nuova combinazione si svolge è in copia, non fia meraviglia che cotal massa divenga più che rovente, ed infocata. In tale stato, che fin quì non ha bisogno alcuno di aria respirabile, se pur trovisi in contatto di tal aria, succederà indi in qualche parte la vera combustione, ossia ossidazione del metallo (come nel vecchio famoso sperimento di LEMERY); altrimenti, nel caso cioè che manchi l'aria vitale, o l'ossigene, come nelle sperienze di cui si tratta, il metallo non diverrà punto ossidato (calcinato), ma rimarrà piritoso, cioè sarà un *sulfuro di ferro*, di zinco, di rame ec.

E che infatti non rimanga punto ossidato (o calcinato che voglia dirsi) esso metallo in codeste sperienze, che è quanto dire, che non abbia subita alcuna vera combustione viene comprovato dal potersi ancora ottenere dal medesimo passato allo stato di sulfuro l'istessa quantità di *gas* nitroso, come da altrettanto metallo puro e intatto giusta l'esperienza fattane dagli stessi Fisici Olandesi.

Digitized by Google

CXXXII.

SPERIENZE SOPRA ALCUNI PIPISTRELLI
LETARGICI E NON LETARGICI
SOTTOPOSTI AL VUOTO DELLA MACCHINA PNEUMATICA

li 22 Giugno 1795.

FONTI.

STAMPATE. | MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: **E 34.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da E 34.
DATA: da E 34.

E 34: è una minuta autografa, ripetutamente corretta, di note riguardanti le esperienze compiute sopra alcuni pipistrelli: questa minuta fa parte di un fascicolo di appunti di varia natura.

Digitized by Google

Digitized by Google

Cart. Volt. E 34.

SPERIENZE SOPRA ALCUNI PIPISTRELLI LETARGICI, E NON LETARGICI SOTTOPOSTI AL VUOTO DELLA MACCHINA PNEUMATICA

li 22 Giugno 1795

Temperatura dell'aria gr. 16. in 17.

Eran tenuti i letargici in una caraffa di vetro sepolta nel ghiaccio.

Estrattone uno, e posto in compagnia di un altro non letargico sotto la campana pneumatica, essendo la temperatura di gradi 16. a 17. della scala di REAUMUR, il letargico cominciava tosto a dar qualche leggier segno di risvegliamento.

Il non letargico intanto, a dibattersi, e dar segni di ansietà [1], come prima il vuoto giugneva al segno, che il mercurio nell'indice o manometro, stava alto tre pollici sopra il livello; arrivato a 2. poll. boccheggiava l'animale già fatto convulso, e ad 1 ½ poll. cessò di dar segni di vita; essendo passato dal principio dell'esaustione dell'aria non più di un mezzo minuto.

Il letargico andava invece acquistando maggior moto col progredire a risvegliarsi. Spinto il vuoto fino ad ½ poll. respirava con ansietà, e si dibatteva, non però molto forte; e sostenne tal vuoto per alcuni minuti prima di morire.

N.B. Essendovi acqua nel recipiente (quella se non altro, che bagnava il pipistrello stato sepolto nel ghiaccio) doveva d.° recipiente essere ripieno

---

[1] *Così nel Mns., il quale presenta a questo punto numerose correzioni. Un'altra lezione di questo brano, ricostruita tenendo conto delle parole cancellate, è la seguente: « Intanto il non letargico si dibatteva e dava segni di ansietà ».* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

sempre di tanto vapor acqueo quanto basta a sostenere il mercurio nel manometro circa 6. linee (come provano le mie sperienze ec.) quindi l'aria residua, era di 1. poll. solamente quando morì il pipistrello non letargico segnando esso manometro 1 ½ poll. di pressione; e quando segnava ½ poll. non vi doveva essere più niente o quasi niente di aria, ma solo vapore. Dal che anche s'intende, che in tali circostanze non si può fare maggior vuoto di così nè colla macchina adoperata (la quale, ove non abbiavi alcuna sorgente di vapor acqueo, porta il manometro fino ad 1. linea, o meno ancora), nè con qualsisia altra, che fosse anche più perfetta.

Si ripetè la prova sopra altri due pipistrelli colla differenza, che il letargico fu posto entro la campana coricato entro a un bicchiere mezzo pieno di ghiaccio, con che mantennesi sempre letargico.

Il non letargico morì come nella sper. prec. a capo di un mezzo minuto tosto che giunse il manometro a 1 ½ poll.

Il letargico sostenne questo vuoto 15. minuti, e poi quello più forte, che ridusse il manom.° a ½ poll., 5. altri minuti senza mai dar alcun segno, rimanendo sempre immobile. Tratto allora all'aperto diede poco dopo dei piccoli segni di vita con alcuni movimenti delle estremità, e debolissima respirazione. Non potè però riaversi intieramente e in breve d'ora fu estinto del tutto. Egli però evidentemente conservava un residuo di vita dopo avere stanziato 20. minuti in un vuoto eguale, anzi maggiore di quello, che uccide in meno di ½ minuto un simile animale non letargico.

Digitized by Google

CXXXIII.

ESTRATTO DI LETTERA AL P.RE RACCAGNI

INTORNO AD ALCUNE SPERIENZE SUL FOSFORO

Pavia 16 Marzo 1796.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE
	Cart. Volt.: **G 43; E 28; G 44.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da G 44 ed E 28.
DATA: da G 44 ed E 28.

G 43: è una minuta autografa incompleta della lettera del V. al P.re Raccagni; si pubblica in parte.
E 28: è la minuta autografa di una parte di una lettera del V. al P.re Raccagni; essa presenta numerose correzioni ed appare posteriore a G 43: questa minuta, che in parte si pubblica, si trova in Cart. Volt. in un fascicolo di appunti di varia natura.
G 44: è la redazione autografa dell'estratto della lettera al P.re Raccagni: esso appare posteriore ad E 28, e si pubblica per intero.

Digitized by Google

Digitized by Google

Cart. Volt. G 44.

ESTRATTO DI LETTERA AL P.RE RACCAGNI INTORNO AD ALCUNE SPERIENZE SUL FOSFORO

Pavia 16. Marzo 1796.

.... delle Sperienze sul Fosforo di KUNKEL, le quali non vanno intieramente d'accordo con quelle di GÖTTLING, molto meno colle conseguenze ch'egli ne deduce.

Io pure mi sono applicato da qualche tempo a simili sperienze; e le dirò che a principio incontrava molte anomalie, e la più grande difficoltà a rendere ragione dei fenomeni; ma che finalmente credo esser giunto a diciferare la cosa; come mostrerò in una Memoria, che mi propongo di pubblicare. Intanto le noterò quì alcuni dei principali risultati, e delle conseguenze che ne ho tratte.

1°. Il Fosforo, di cui si tratta, non risplende punto, se non in contatto di poca o molta aria, buona, o cattiva. Se talvolta manda qualche chiarore stando immerso nell'acqua o in altro fluido, o agitandolo dentro, ciò deesi unicamente a dell'aria disseminata in quei fluidi.

2°. Ogni qualvolta il Fosforo esposto a qualsiasi specie di aria, o miscuglio di aria risplende, anche debolmente, come accade nelle basse temperature, e manda fumi bianchi, i quali sempre accompagnano il suo splendore (e ce ne porgono un certo indizio, allorchè sperimentandosi a chiaro giorno non è altrimenti sensibile all'occhio la sua luce), non manca mai di farsi qualche consumo di aria, di svolgersi del calore in proporzione, e di formarsi dell'acido fosforico.

Non è dunque una semplice fosforescenza, senza calore, come la riguardano molti; ma una vera e propria combustione, avvegnachè lenta; la quale

Digitized by Google

non differisce sostanzialmente da quella più rapida, con vivo fulgore e fiamma, che soffre esso Fosforo, ove si riscaldi fino ad incominciarne la sua facile fusione, o poco meno, presso cioè ai 30. gradi REAUM.

3°. Quanto più di superficie presenta il Fosforo, e quanto minore è il volume d'aria, in cui trovasi confinato, e in cui comincia a risplendere, tanto più questo si riscalda, e in più poco tempo, dà i fumi bianchi, che scaturiscono da esso fosforo e s'affollano d'attorno; onde la luce acquista, a misura dell'innalzata temperatura, viemmaggior vigore, e qualche volta passa il Fosforo così confinato, dalla debole alla viva accensione, e prorompe in fiamma.

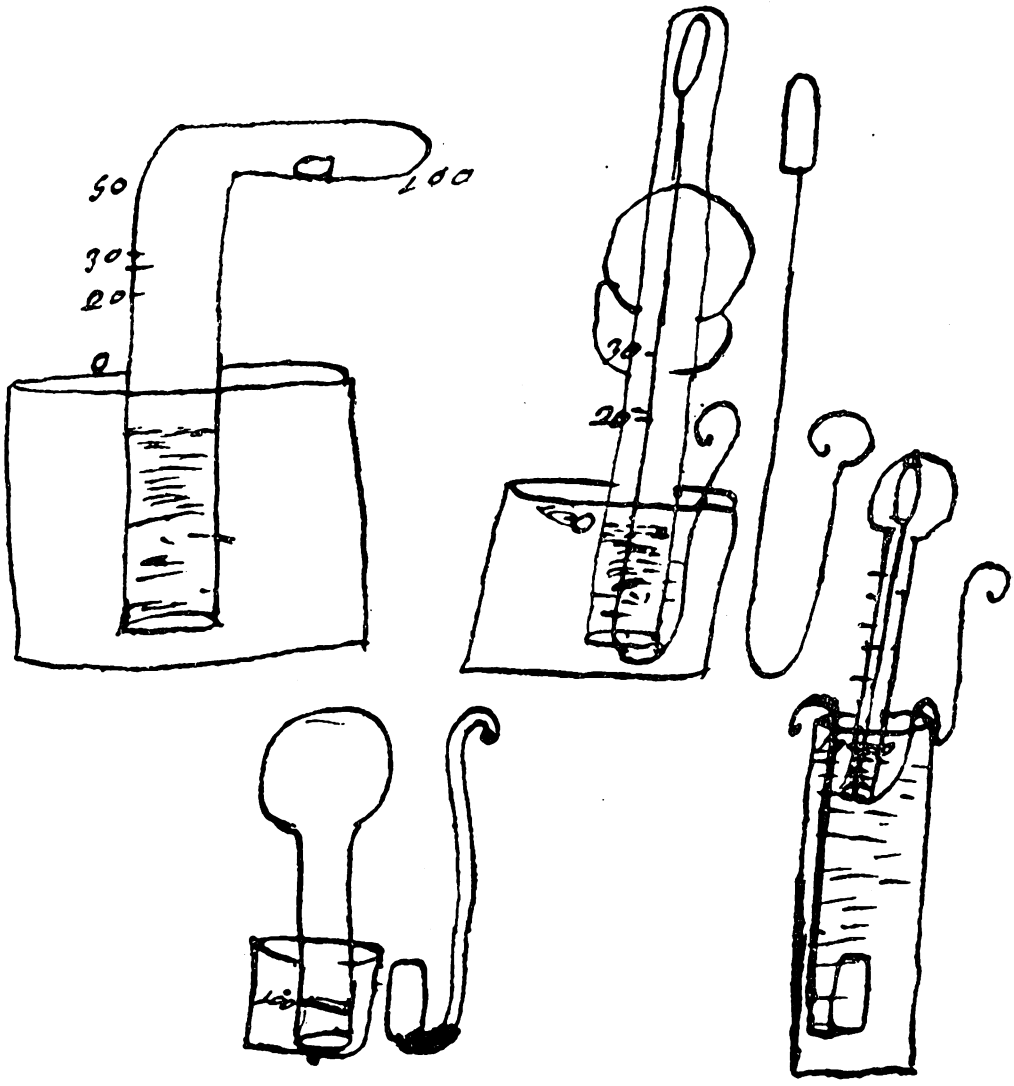
Così un bastoncino, od un pezzetto di Fosforo, che non risplende e fuma, o appena un pochetto, alla temperatura di 6. gradi REAUM. sia nell'aria comune libera, sia in un volume considerabile della medesima confinata in vaso assai capace, e. g. in una larga campana comincia a risplendere sensibilmente anche in una temperatura dell'ambiente di qualche grado più bassa cioè a 5. o 4. solamente sopra 0., e il suo chiarore si avviva mano mano, se si confini invece entro un'angusta boccetta, o in un tubo largo un pollice solamente, o meno, e lungo pochi pollici [1]: molto più poi, se si distenda il Fosforo in un'ampia superficie, stendendone e. g. abbondantemente sopra un largo pezzo di carta, ecc. In questa maniera se la temperatura dell'ambiente sia già 14. o 15. gradi R. avverrà, che il fosforo così disteso e rinserrato prorompa di lì a poco in fiamma viva, e abbruci anche parte della carta.

4°. Nell'*aria vitale*, ossia *gas ossigeno*, il Fosforo, non dà il minimo chiarore, nè manda punto de' soliti fumi bianchi per una temperatura dell'ambiente anche molto superiore a quella, che lo fa risplendere e fumare nell'aria comune; tantochè se il Gas ossigeno è molto puro comincia appena esso Fosforo a dar luce, alla temperatura di 20., 24. o più gradi R. Ma che? Oltrepassandoli di non molto, cioè salendo la temperatura verso i gradi 30. entra tosto nella combustione viva e rapida, anzi in una oltre modo forte, accompagnata da fiamma fulgidissima, strepitante; ed essendo esso fosforo in sufficiente dose e l'aria vitale purissima, senza mescolanza cioè di altro *gas*, può giungere a consumarla, ossia farla scomparire tutta quanta.

È pur notabile e sorprendente al sommo, che il *Gas ossigeno*, l'*Aria vitale*, chiamata anche non male *Aria del Fuoco*, tanto favorevole alla combustione, che in tutti i casi l'avvalora sì fortemente, e che anche in questo del Fosforo fa che la sua viva combustione lo sia incomparabilmente più che nell'aria comune, e che addivenga oltremodo rapida e vigorosa, riesca poi sfavorevole affatto alla combustione placida e lenta del medesimo, che pur è vera combustione (§. 2°), in guisa che non possa questa aver luogo trovandosi il Fosforo

[1] *Vedansi le figure che appaiono nella tavola unita a questo Numero.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google



Eudiometro a fosforo (N. CXXXIII, pg. 260).

(*Da* Cart. Volt. E 28).

Digitized by Google

Digitized by Google

esposto a tal Aria vitale purissima a niuna temperatura al disotto dei 24. o 20. gradi R., quando nell'aria comune ha luogo fino nelle temperature inferiori ad 8. gradi, a 7., a 6. (3°). Questo fatto inaspettato e difficile a spiegarsi della molto minor attitudine dell'Aria vitale, che dell'aria comune a dar luogo cioè promovere fosforescenza, ossia lenta combustione del Fosforo di KUNKEL, è una vera importantissima scoperta di GÖTTLING, e forma uno dei principali appoggi della sua nuova teoria.

5°. Ne' diversi miscugli di Aria vitale (Gas ossigeno), e di arie mofetiche, segnatamente di Gas *Azoto* in varie proporzioni, fuma e risplende il Fosforo, soffre cioè la placida e lenta combustione sopra indicata non solo nella calda temperatura di 20. o 25. gradi richiesta come si è veduto (4°) a farlo risplendere nell'Aria vitale pura; ma ben'anche a più basse temperature; e tanto appunto più basse, quanto è maggiore la proporzione del Gas azoto contro quella del Gas ossigeno.

Così se nel miscuglio di Gas vitale e *Gas azoto*, vi sia un quarto di quest'ultimo a un dipresso, basta già a far risplendere il Fosforo la temperatura di soli 18. gradi o in quel torno; se il Gas azoto formi poco meno della metà, bastano 12. gradi all'incirca; se formi quasi tre quarti, come nell'Aria atmosferica, che è appunto un miscuglio di 1. circa di Gas vitale e 3. di Gas *Azoto*, bastano 6. gradi, poco più poco meno (3°): finalmente se quasi tutto sia Gas Azoto tantochè appena un sedicesimo vi si truovi di Gas vitale, od anche meno, il Fosforo potrà risplendere alcun poco eziandio alla temperatura del ghiaccio fondente, ossia a 0 R. o al più a un grado sopra.

Ben s'intende per ciò che si è osservato al §. 3°, che cotali sper.e di confronto vanno fatte in vasi della medesima capacità, e simili, e con dare al Fosforo la medesima superficie.

Ecco dunque di nuovo l'istesso paradosso, cioè che alla combustione lenta del Fosforo, la quale non lascia perciò d'essere vera combustione (§. 2°), serve meglio che un'aria tutta buona, tutta Gas vitale, un miscuglio d'aria buona e cattiva; d'aria respirabile, e d'aria irrespirabile, o mofetica qualsiasi; e sempre meglio a misura che la dose di questa non punto atta per sè a far nascere o a mantenere la combustione, trovasi maggiore, e minore invece la dose dell'altra, che sola concorre sostanzialmente ad ogni combustione. In prova di che [1]...

[1] *Qui finisce il Mns.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Digitized by Google

5°. Tanto con questa lenta combustione, che succede a basse temperature, quanto colla rapida, che ha luogo nelle temperature sopra i 20. o 30. gradi, non si consuma il minimo che dell'aria mofetica, del *gas azoto*; ma bene si consuma la porzione di aria vitale, ossia *gas ossigeno* che vi si truova mescolata: non però tutta (come han creduto GÖTTLING, GIOBERT, e altri); avanzandone sempre un poco, di tal aria che involta nel gas azoto sfugge alla combustione: questo poco è $\frac{1}{12}$ circa del gas azoto: come si può verificare colla prova del gas nitroso ec.

6°. Risplende il Fosforo, e soffre l'anzidetta lenta combustione, ancorchè la dose di aria vitale mescolata di fresco al gas azoto sia picciolissima, in proporzione di 1. o 2. centesimi solamente: dico, mescolata di fresco, perchè sebbene il residuo di aria comune, in cui si è abbrugiato quanto si è potuto di Fosforo, contenga ancora 8. o 9. centesimi di aria vitale (prec.), pure non v'è mezzo di farvi nuovamente bruciare o risplendere il fosforo se non vi s'aggiunge qualche nuova porzioncella della medesima. Or mescolandone di fresco 1. o 2. soli centesimi anche ad un volume di gas azoto, che non ne contenga altra minima porzione (quale gas azoto puro si ottiene e. gr. col tener confinata lungamente dell'aria comune in contatto di molto fegato di solfo), un tal miscuglio basta a far brillare il Fosforo: anzi questo vi risplende meglio che nell'aria comune, e risplende finanche alla temperatura bassissima di 0.; ma tale splendore, tal lenta combustione dura assai poco; fino cioè alla consumazione di quella picciola dose di aria vitale introdotta, e non più.

Digitized by Google

Digitized by Google

5°. Nell'aria mofetica pura, nel solo Gas azoto, senza miscuglio di alcuna porzione d'aria vitale, non risplende punto il Fosforo qualunque sia la temperatura, nè si può far entrare in combustione neppure col calore che lo fonde, e che lo fa bollire.

6°. Ma se si lavi tal aria facendola attraversare una massa d'acqua, e meglio se vi si sbatta per qualche tempo, il fosforo dopo vi risplende benissimo anche a bassa temperatura, anche a 0.: si comporta cioè come nel caso del 2°. 4°. in cui l'aria mofetica contiene 1. o 2. centesimi di aria vitale: e infatti tal lenta combustione non dura, che fino al consumo di 1. o 2. centesimi del volume d'aria.

Convien dire dunque che questa porzioncella d'aria vitale vi passi dall'acqua, con cui si sbatte tal aria mofetica, e che ne contien sempre alcun poco.

Di quì, e dal credere smunto affatto di gas vitale il residuo di aria comune in cui avea fatto ardere il fosforo, il che non è, l'errore di GÖTTLING il qual crede che serva per sè stesso il gas azoto alla lenta combustione del fosforo.

7°. La moffetta invece di Gas azoto può essere Aria infiam.e (gas idrogeno), oppure Aria fissa (gas acido carbonico), e i fenomeni del fosforo espostovi sono i medesimi: cioè non risplende punto, nè s'abbrucia a qualunque temperatura se non vi è mista qualche porzione di gas vitale (num. 5°.): se questa è pochissima, abbiamo la luce e la lenta combustione anche a temperature bassissime; ma assai limitata quanto alla durata, e al consumo d'aria proporzionato a tal porzione di aria vitale (n°. 4°.): se il gas vitale è in maggior dose, vi vuole a proporzione più alta temperatura perchè abbia luogo la lenta combustione (n°. 2°.): talchè cotal lenta combustione precede di poco la rapida, cioè non ha luogo, se non con un calore poco inferiore a quello che produce quest'ultima, se la dose d'aria vitale è maggiore di quella della mofetica: finalmente se poco o nulla vi ha di aria fissa, o d'in-

Digitized by Google

fiammabile, o di azotica, ed è tutta aria vitale, niuna combustione lenta, niuna luce, finchè non arriva la temperatura a far divampare rapidamente il fosforo, come nel n.° 1°.

8°. [1] Da tutti questi fatti, credo poter inferire con sicurezza, che il solo *gas vitale* serve propriamente e direttamente alla combustione del Fosforo, fissandosi la sua base ec.

Che il gas azoto nè si decompone, nè dà nulla al Fosforo, come pretende GÖTTLING; che però favorisce e promove la lenta combustione del medesimo; siccome la promovono egualmente gli altri gas mofetici, il gas infiammabile, e il gas acido carbonico, misti al gas vitale od ossigeno, in quanto son cagione tali gas mofetici, che possa aver luogo cotal combustione anche a temperature più basse, e tanto appunto più basse, quanto la dose di essi gas mofetici misti al gas vitale è più grande.

Aiutano essi dunque la combustione, non la fanno ossia vi concorrono solo indirettamente: cioè dispongono e ajutano il Fosforo a prendersi e incorporarsi la base dell'aria vitale, l'ossigeno: di modo che giunge a questo, e ottiene una combustione, lenta però, anche a temperature molto basse; laddove senza un tal ajuto di sorta non succeda alcuna combustione e neppure la lenta, se non arriva la temperatura sopra i 20. gradi, alla quale subentra poi per poco quella viva, e rapida deflagrazione, di cui esso fosforo è suscettibile.

Or come gli anzidetti gas mofetici dispongano e ajutino il Fosforo a strappare poco a poco dall'aria vitale l'ossigeno, e a combinarsi con esso lui, non può intendersi meglio che col supporre che ricevano qualche cosa dal fosforo, onde divenga il medesimo più [2]...

---

[1] *Nel Mns. si trovano, a questo punto, le seguenti parole: « L'aria nitrosa ».* [*Nota della Comm.*].

[2] *Qui termina il Mns.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

CXXXIV.

LETTERA
A
MARTINO VAN MARUM
RIGUARDANTE SCOPERTE ED ESPERIENZE
SULLE ARIE INFIAMMABILI

26 Novembre 1798.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Bosscha Corr. pg. 132.	Cart. Volt.: G 27 (copia).
Mont. pg. 72.	Harlem Soc. Holl. Sc.

OSSERVAZIONI.

TITOLO:
DATA: da Bosscha Corr.

Bosscha Corr. pg. 132: è la lettera del V. a Martino Van Marum, in data 26 novembre 1798, che si pubblica per intero per l'importanza che in essa il V. mostra di attribuire alle sue scoperte ed esperienze sulle arie infiammabili. Il Mns. originale di questa lettera si conserva ad Harlem, presso la Soc. Holl. des Sciences.

Mont. pg. 72: è una lettera del V. al Bellani, in data 14 Agosto 1807, della quale si pubblica in nota un brano riguardante esperienze compiute coll'Eudiometro a fosforo, le quali si riferiscono all'analisi dell'aria atmosferica.

Digitized by Google

Digitized by Google

Bosscha Corr. pg. 132.

à Milan (pour me rendre à Pavie)
ce 26e. 9bre 1798.

Mon cher Monsieur

J'ai reçu à Côme ma patrie votre lettre du mois de 7bre passé, et peu après le volume contenant la description des nouveaux appareils chymiques etc. inventés ou perfectionnés par vous, qui m'a fait beaucoup de plaisir, et pour lequel je vous rends bien des graces. Je compte en faire executer quelques-uns ici, s'il me sera possible c. à d. les plus simples et je vous demanderois de faire construire les autres plus compliqués sous vos yeux, et de me les envoyer, s'ils n'étoient pas trop dispendieux et s'il étoit facile de les expedier.

J'aime beaucoup la Chymie et surtout la Chymie pneumatique, que j'ai été le premier à cultiver en Italie. Vous devez connaître mes découvertes et mes premieres expériences sur l'air infl. N'ai-je pas été le premier qui a decouvert à la suite des expériences avec mon pistolet et ma lampe à air infl., et celles d'un Eudiometre, ou appareil pour bruler cet air en vaisseaux clos, mélé à différentes proportions d'air commun, ou d'air vital pur pareillement de mon invention, qui a découvert, dis-je, et trouvé avant 1781. que tout l'air infl. disparoit et qu'il entraine avec lui la destruction d'un volume d'air vital, qui est à-peu-près la moitié de son propre volume, qu'il ne se produit par une telle combustion ni air fixe (gas acide carbonique), comme LAVOISIER avoit cru jusques-là, avec plusieurs autres, ni aucun autre acide, que les deux airs enfin se reduisent à une simple vapeur? Je n'avois point encore déterminé à la vérité que cette vapeur fût de l'eau simple, j'avois seulement dit, que je n'y avois reconnu rien de salin; et je me proposois de l'examiner en repetant les expériences dans un appareil semblable à mercure [1] avec des robinets de cristal, que je fis executer après lorsque j'allai

[1] *In G 6, che è la « Lettera seconda » al Priestley, stesa nel* 1777 *e pubblicata nel* 1779 *in Roz.*

Digitized by Google

à Londres en 1782 [1]. L'autre appareil avec les robinets de cuivre, que je crois vous avoir montré, et que j'ai montré à d'autres Physiciens à Amsterdam et à Paris l'hyver de 1781. ne pouvoit servir à recueillir l'eau produite par la combustion d'air infl. mélé avec l'air resp., parce qu'elle se faisoit sur l'eau; il faisoit seulement voir la destruction de ces deux airs et leur juste proportion et indiquoit déjà assez leur resolution en eau par l'apparition d'une vapeur nebuleuse, qui disparoissoit peu après, et se confondoit avec le reste de l'eau sans aucune trace de matiere etherogene [2]. Voila jusqu'où j'étois arrivé avec mes expériences quelques années avant que LAVOISIER imaginât et exécutât avec ses nouveaux appareils, avec ses Gazometres etc. les fameuses expériences de bruler sur le mercure une grande quantité d'air infl. par une combustion lente, qui lui fournit le moyen de recueillir une quantité très considérable d'eau, assez grande pour pouvoir verifier que son poids égaloit celui des deux airs consommés. Il ne fit donc que verifier ou completer ma découverte; de même qu'il ne fit à l'égard des appareils que perfectionner ma lampe à air infl. ou combiner celle-ci avec mon Eudiometre. Je n'ai [3] garde par-là de diminuer le mérite ni des appareils très-ingenieusement combinés et beaucoup supérieurs aux miens, qui lui en ont donné l'idée, ni de ses découvertes, que je n'avois encore qu'entrevuës et auxquelles j'ai ouvert le chemin: LAVOISIER est veritablement parvenu, il a trouvé ce qui étoit seulement indiqué, il a fixé la verité. Je veux seulement rappeler que j'ai aussi fait des decouvertes dans cette branche de Chymie pneumatique, qui ont aidé aux autres, et que je suis entré des premiers dans cette carrière. On peu donc juger que j'ai dû suivre avec beaucoup d'interêt les progrès de cette partie de Science [4] et vous ne deviez pas douter du plaisir que me feroit votre

Obs. (vedasi il N. CX *(B) del Volume sesto a pg.* 197*), e più esplicitamente in G fot.* 17*, che è una lettera a Jean Senebier, in data* 31 *agosto* 1779 *(pubblicata nel N.* CXIV *(D) del Volume sesto), il V. si duole di non aver disponibile la quantità di mercurio necessaria per studiare coll'eudiometro il prodotto dell'accensione dell'aria infiammabile.* [*Nota della Comm.*].

[1] *In Bosscha Corr. trovasi, per errore,* « 1792 ». [*Nota della Comm.*].

[2] *Vedansi in proposito le seguenti lettere: G fot.* 8*, scritta dal V. al Senebier, in data* 30 *maggio* 1778 *(pubblicata nel N.* CXVI *(C) del Volume sesto); Ricc. pg.* 37*, scritta dal V. al Landriani, in data* 11 *dicembre* 1783 *(pubblicata nel N.* CXVII *(D) del Volume sesto). Alla produzione dei vapori nebulosi il V. accenna pure nella nota apposta all'articolo* « *Aria infiammabile* » *pubblicato in Macq. Diz. Chim. T.* II*, pg.* 249 (164)*, riportata nel N.* CXVII *(D) del Volume sesto.* [*Nota della Comm.*].

[3] *Così in Bosscha Corr.: vi è però ragione per ritenere che nel Mns. si trovi* « *je me* »*, in luogo di* « *je n'ai* ». [*Nota della Comm.*].

[4] *Per quanto riguarda l'interesse del V. per le sperienze eudiometriche e l'importanza dei risultati conseguiti, è interessante il seguente brano di lettera, in data* 14 *agosto* 1807 *(Mont. pg.* 72*), scritta dal V. al Bellani.* [*Nota della Comm.*].

Mont. pg. 72.

.... Riguardo agli eudiometri a fosforo, ed altri, è curioso come i francesi son venuti a

Digitized by Google

ouvrage contenant la description de plusieurs excellents appareils qui la concernent et le resultat de vos expériences avec eux. J'avois aussi découvert en 1781. que l'air infl. tiré des substances vegetales et animales par la distillation et celui produit par leur décomposition spontanée sous l'eau (mon air infl. des marais) avoit besoin pour bruler d'une beaucoup plus grande quantité d'air vital et qu'il s'engendroit par cette combustion beaucoup d'air fixe (gas carbonique); que seulement l'air infl. pur étoit celui qui n'en faisoit guere paroitre. Je croyois aussi, et je l'avois dit, que ces autres airs étoient le même air infl. combiné avec plus ou moins de parties huileuses: je n'étois donc pas fort loin de la decouverte qu'on fit après, et je n'eus pas de difficulté à substituer aux principes huileux, le principe charbonneux. C'est ainsi, que je m'étois deja beaucoup approché de la theorie chymique nouvelle non seulement avant qu'elle eût des Partisans hors la France, mais avant même qu'elle fut publiée dans son ensemble ou eût pris forme de corps. Je n'eus donc pas de peine à l'embrasser dans sa totalité, et il y a déja plusieurs années que je l'enseigne dans mes leçons et demonstrations publiques. Cependant je ne suis pas loin d'adopter la correction ou addition proposée par quelques Chymister Allemands, nommément RÜHTER, et GREN, qui pretendent que les combustibles ne s'oxident pas seulement par la combustion, n'acquierent pas seulement l'oxigene par affinité simple, mais qu'ils en font échange avec un autre principe qu'ils lâchent et qui est la base de la lumière et auquel ils voudroient encore conserver le nom de phlogistique, pour concilier en quelque maniere l'ancienne théorie phlogistique avec la nouvelle pneumatique. Vous connoissez sans doute cette théorie modifiée, que GREN a très-bien développée et vous m'accorderez, qu'elle paroit assez plausible.

Je suis à la verité un peu honteux de n'avoir pas satisfait à ma promesse de vous envoyer le Memoir projeté sur l'électricité par le simple contact des metaux, malgré que j'aye des raisons pour m'excuser: et la premiere est que j'ai du publier plusieurs de ces expériences avant coup pour repondre aux partisans de GALVANI, et à GALVANI lui-même, qui m'ont de nouveau attaqué concernant leur prétendue électricité animale, que j'avois declaré n'être qu'une électricité artificielle excitée par le contact de conducteurs différents, ecc. J'ai donc envoyé, pour être inserés dans quelques Journaux, des nouveaux Memoirs contenant des Extraits de mes nouvelles expériences,

poco a poco accostandosi ai miei risultati, diminuendo cioè la quantità del gas ossigeno dell'aria atmosferica dai 27/100 che avean dapprima ammesso dietro Lavoisier ai 24, poi ai 22, e finalmente ai 21 in 22. Ma si vuole, che negli 80 circa di gas azoto, che rimangono in tali esperienze eudiometriche col fosforo, 0,2 sian dovuti ad una porzione del fosforo medesimo, disciolto in esso azoto, o gasificato. Io dubito di questo; e per crederlo vorrei vedere, che posto del fosforo in un volume di gas azoto puro, questo crescesse realmente di 1/40.

Digitized by Google

qui tranchent la question, des expériences, dis-je, sur l'électricité excitée par le simple contact des conducteurs différents sur-tout métalliques, et renduë sensible aux électrometres ordinaires: les Journaux sont les *Annali di Chimica* de BRUGNATELLI [1], qu'on imprime à Pavie et *Neuer Journal der Physik* de GREN.

Adieu mon cher.

Votre A. VOLTA.

---

[1] *Vedasi il N.* XX, *ed anche il N.* XIX, *del Volume primo.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

CXXXV.

LETTERA RESPONSIVA

DEL SIG. CAV. ALESSANDRO VOLTA
PROFESSORE DI FISICA NELL'UNIVERSITÀ DI PAVIA
DIRETTA
AL DOTT. ATTILIO ZUCCAGNI
PROFESSORE DI STORIA NATURALE NEL R. LICEO
DI FIRENZE EC.

16 Febbraio 1807.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Giorn. Pis. T. VI, 1807, pg. 406. Ant. Coll. T. III, pg. 313.	

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Giorn. Pis.
DATA: da Giorn. Pis.

Digitized by Google

Digitized by Google

Giorn. Pis. T. VI, 1807, *pg.* 406.

Ricevetti giorni sono a Milano, dove son venuto a passare gli ultimi giorni di Carnevale, la graziosissima di Lei lettera manoscritta, che accompagna l'altra stampata a me pure diretta [1], la quale mi fa troppo onore in tutti i modi, e principalmente nel ricercare il mio parere intorno al fenomeno fisico-medico di cui tratta. Per corrispondere a sì gentili maniere più che alla sua aspettazione, le dirò brevemente le idee, che mi si sono presentate alla lettura del suo opuscolo in ogni parte sensato e giudiziosissimo.

Letta appena la semplice e chiara narrazione del fenomeno accaduto, mi corse tosto al pensiero, che la fiamma sortita dalla bocca coll'eruttazione, altro esser non potea, che un *gas idrogeno*, non già puro, ma anzi dei più impuri, e di tale specie, che ad una temperatura anche poco calda, s'infiammi al solo contatto del *gas ossigeno*, o dell'aria atmosferica. Or di questa specie appunto è il *gas idrogeno fosforato*: e come il fosforo è fornito particolarmente dalle sostanze animali, non vi è molta difficoltà a concepire, che di un tal fluido aeriforme possa talvolta formarsene qualche poco, e raccogliersene negli intestini o nel ventricolo ne' soggetti travagliati da frequenti e copiose flatulenze. Dirò qualche poco di gas idrogeno fosforato, giacchè non è bisogno, che sia tutta la quantità d'aria infiammabile che si accende di tale specie: basta una porzione qualunque, che atta sia ad infiammarsi al contatto dell'aria comune, perchè dilatisi indi la fiamma a tutto il resto, sia poi questo gas idrogeno puro, o carbonato, o solforato qual si voglia. Ella nel paragrafo che comincia *È noto ormai*, e nel seguente pag. 12 e 13 attribuisce pure a questo *gas idrogeno fosforato* i così detti *Fuochi fatui*, che sogliono comparire presso ai Cemeterj ed altrove, ove vi è decomposizione

[1] *Esiste in Cart. Volt. una lettera dello Zuccagni al V.* (*Cart. Volt. N* 67), *da Pisa, in data 2 febbraio* 1807, *nella quale lo Zuccagni chiede al V. il suo giudizio sopra una lettera fisico-medica stampata ed inviata al V. Vedansi in proposito le lettere dello Zuccagni al V., pubblicate in Giorn. Pis. T.* VI, 1807, *pg.* 87 *e pg.* 404. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

di sostanze soprattutto animali, ed inclina a ripetere dalla medesima specie di gas quella fiammella che si vidde trascorrere dall'una all'altra parte il letto dei due Conjugi Milanesi. Ma perchè dunque non far più conto di tal gas idrogeno fosforato [1] nel caso del Sacerdote GIUSEPPE FRANCHINI, che sputò simile fiamma visibilissima e marcatissima, ed altre volte in occasione di qualche violenta eruttazione ebbe tale accensione, sebben tosto soffocata? Perchè ridursi piuttosto al *gas idrogeno solforato*, il quale è ben lungi che sia infiammabile pel solo contatto dell'aria atmosferica all'ordinaria temperatura? Ella si studia di trovare un calor sufficiente per la di lui accensione nella congestione e condensazione di tale gas nel ventricolo, o nell'impeto con cui sorte e sbocca; ma dubito molto, che un tal calore possa giungere a tanto, anzi osservando che questo *gas idrogeno solforato*, che è poi lo stesso che il *gas epatico*, è duro ad accendersi, fino appressandogli il fomite della fiamma, e punto non s'infiamma da sè laddove viene in contatto dell'aria atmosferica alla superficie di certe acque sulfuree, ossia epatiche, caldissime, che lo tramandano in copiose bolle, credo impossibile qualunque spontaneo accendimento di esso gas, a meno che non si trovi accompagnato da quell'altra specie, che anche alla comune temperatura dell'atmosfera s'infiamma al solo contatto dell'aria, a meno dico, che non contenga qualche porzione di gas idrogeno fosforato.

Ma il gas, dice Ella, che si sviluppa negl'intestini, suol essere *gas idrogeno solforato*, e quello pure eruttato dal Prete FRANCHINI ne avea l'odore, cioè un odore epatico nauseante. E tale, rispondo, dovea essere, perchè la maggior parte sarà stato realmente un siffatto gas, e l'idrogeno fosforato non ne avrà tolto l'odore, e l'avrà anzi reso più fetente, fetentissimo essendo egli stesso, nè molto dissimile nella qualità nauseante, onde anche da molti si confonde l'un odore coll'altro, o non sa bene distinguersi. Anche l'odore elettrico simile al fosforico, si prende da molti per odore sulfureo, detto così genericamente. Insomma sopra l'odore allegato dal paziente vi è da fare poco fondo.

Dal fin quì detto Ella vede, che differiamo pochissimo lei ed io nella spiegazione del fenomeno, di cui si tratta. Ambedue diam bando quì all'elettricità spontanea animale, che si è cercato troppo da molti Fisici e buoni e cattivi di tirare in campo, dovunque vi è comparsa estemporanea di scintilla o luce, talchè non vi è quasi fiamma o fuoco che lampeggi in aria o sulla terra, non vi è scuotimento ec. che non si predichi per fenomeno elettrico. Noi vogliamo essere meno visionarj, e tanto pei fuochi fatui, e fiammelle lambenti, quanto massime nel caso presente, trattandosi che coi rutti ha

[1] *Con riferimento a questo punto, in Giorn. Pis. trovasi una nota dello Zuccagni.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

luogo vera esplosione di aria, con tal aria che giudichiamo infiammabile, spieghiamo il tutto. Una piccola differenza è tra noi riguardo alla specie particolare di codesto gas idrogeno, giacchè conveniamo pel genere, ed anche riguardo a questa specie, io ritengo quella da lei adottata, cioè il *gas idrogeno solforato*, e l'*idrogeno* pure *carbonato* (che debbono trovarsi misti tanto [1] negl'intestini, che nel ventricolo, non solo tra loro, ma anche con più o meno di *gas acido carbonico*), e solo vi aggiungo pel caso accaduto al FRANCHINI, e per altri analoghi, una porzione di *gas idrogeno fosforato*, ch'Ella pure ha ammesso per alcuni.

Avendo io comunicato quì in Milano a diversi miei amici studiosi delle cose fisiche il di lei opuscolo, fra gli altri ad un già mio Scuolare, il Dott. BARONIO, questi mi ha proposto di volerle mandare alcune sue cose stampate sul soggetto dell'elettricità, in cui trovasi appunto qualche articolo su queste accensioni spontanee di gas infiammabili, attribuite troppo comunemente a naturale elettricità. Speriamo che Ella sia per aggradirle. Intanto protestandole la più distinta stima ed ossequio, mi dò l'onore di dichiararmi

Di VS. Ill.ma

Milano, li 16. Febb. 1807.

Dev. ed Obblig. Servitore
ALESSANDRO VOLTA.

---

[1] *La parola « tanto » in Giorn. Pis. manca, mentre si trova in Ant. Coll.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Digitized by Google

CXXXVI.

CONFUTAZIONE
DI UN'OPERA DI PIETROPOLI

30 Giugno 1808.

FONTI.

STAMPATE.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: G 47 α; G 47 β; N 75; G 46.

OSSERVAZIONI.

TITOLO da G 47 β.
DATA: da G 47 β.

G 47 α, G 47 β: sono due fascicoli, che costituiscono due minute autografe successive; G 47 α è la prima minuta incompleta, e G 47 β è la seconda completa che si pubblica.

G 46: è un foglio autografo, che costituisce la prima minuta di una parte, la quale è assorbita da G 47 β; non si pubblica.

N 75: è una lettera del Pietropoli, in data « *Milano*, 5 *Luglio* 1808 », in risposta ad un'altra del V. In questa lettera il Pietropoli, nel mentre assicura il V. che non sarà disgustato da una critica severa, insiste ad affermare che nella seconda sezione della sua opera, non ancora pubblicata, sono contenute le dimostrazioni di quanto ha affermato nella prima.

Digitized by Google

Digitized by Google

Cart. Volt. G 47 β.

Ho ricevuto la gentil lettera di V. S. Stim.ma de' 25. Maggio passato, alla quale se tardi rispondo egli è per farlo con più comodo nell'ozio della campagna, a cui mi sono trasferito in vicinanza di Como mia patria, ove poi faccio dimora la maggior parte dell'anno. Ella vuole ad ogni patto ch'io le spieghi cosa sento della sua opera voluminosa intitolata *Confutazione de' Sistemi adottati nelle Scienze Fisiche.* Le dirò dunque, che non ho potuto leggere tutta la prima Sezione, che forma un grosso tomo, per mancanza di tempo, e sì anche (non se l'abbia a male) di pazienza. Da quanto però ne ho letto, che non è poco, ho scorto in lei molto ingegno, sottigliezze anche troppo, ed un travaglio operoso, immenso. Ma che? Con molto ingegno, con grand'opera e fatica non sempre si fa bene, anzi male sovente si riesce, se l'opera e l'ingegno siano mal diretti. Ella si è gettata di slancio ad una lettura immensa, illimitata di tutte le opere che trattano di Scienze naturali, di Chimica cioè, di Fisica, di Fisiologia, ec. ma senza ordine e metodo, come appare, e senza quel criterio e giudizioso discernimento (mi permetta di dire) che pochi possiedono, e pur troppo è necessario; onde si è persa in tanta farragine di cose, di sperienze, di teorie, di ipotesi, di viste, e di sogni ben anche, come in un labirinto; sicchè imbarazzata ed oppressa, per uscirne in qualche modo, e liberarsi, ha formato il disegno di tutto abbattere e rovesciare, e di fabbricare, se fosse possibile, con que' materiali medesimi, rifusi però, e in diversa maniera cimentati, e con altri da altro fondo scavati un edificio tutto nuovo. Invaghitasi quindi del suo disegno è corsa in traccia di quelle tralle molteplici svariatissime sperienze, quali esse fossero, e di qualunque autore, che potessero in qualche modo servirle all'oggetto di scuotere, e distruggere, se le riuscisse, le teorie più ricevute, e massime le moderne, trionfanti. Or la condotta, per non errare, dovea essere tutt'altra. Conveniva prima di tutto studiare seguitamente e metodicamente gli elementi di Matematica, di Fisica generale, e particolare, di Chimica, di Fisiologia, ec., e non gettarsi di slancio, e alla ventura a leggere trattati parti-

Digitized by Google

colari, dissertazioni, e Memorie isolate negli Atti accademici, ne' Giornali, ec. ammucchiare sperienze d'ogni genere quà e là riportate, e dove esaltate, dove censurate, o contraddette; il che non può fare che confusione: conveniva discernere le sperienze accurate, e precise, ripetute da molti, dalle vaghe, inesatte, e non punto bene confermate. Poi era d'uopo, che sperimentasse Ella stessa, o ripetesse almeno alcuna delle sperienze più capitali, per apprendere se non altro a valutare e queste, e le altre. Ella ha creduto invece poter dispensarsi dal fare sperienze, e fin dal vederle; ma tanto maggior cautela, e criterio, e giudizioso discernimento le abbisognava per dare il giusto valore alle sperienze altrui: e certo si ricerca molta dirittura e penetrazione, ed una critica giusta, e rigorosa, molta logica insomma, per ammettere o rigettare queste o quelle, per vederne le conseguenze immediate, e ricavarne le altre deduzioni più o meno probabili.

Senza di una tal Logica, non avendo nè fatte sperienze, nè vedute fare, e contentandosi di far tesoro di tutte quante le riportate dagli autori, qualunque siano, non distinguendo le precise ed accurate dalla farragine di tante altre vaghe, inesatte, ideali, e talor anche false del tutto, e valendosene così indistintamente, facendo, come si suol dire, d'ogni erba un fascio per sofisticare, e combattere questa o quella teoria, si ha bel giuoco, e un tal Sofista scagliando a suo talento, e proponendosi di rovesciare ogni miglior sistema, si persuade di leggieri di averlo effettivamente rovesciato e distrutto. In tal maniera, e seguendo un tal metodo fallace (per recare un esempio) l'Ab. DOMENICO PINI ex Domenicano, che non manca di talento e di una certa forza di raziocinio, e scrive anche assai bene, ebbe la presunzione, e credè di confutare con un'opera assai prolissa di tre volumi stampata in questi ultimi anni il Sistema Copernicano del moto della Terra, e Neutoniano della mutua attrazione de' corpi: anch'egli allega, e affastella esperienze, rinvenendone, o credendo di rinvenirne molte confacenti al suo intendimento, e truova, o si argomenta di trovare delle eccezioni e spiegazioni a quelle, che depongono a favore dei detti sistemi oggidì universalmente abbracciati. Che però? Le osservazioni, e sperienze vere, esatte, molteplici, calcolate, e al sommo autorevoli, che stabiliscono e confermano il sistema Neutoniano, non che rovinare, neppur crollano per le vaghe, inesatte, ideali, false, che gli si obbjettano, prese da autori o di poco valore, o di men buona fede, e quindi poco accreditati. Lo stesso è dunque, e sarà anche per il resto delle Scienze Fisiche e Fisico-chimiche; ed Ella può farne l'applicazione a sè. Non senza, che vi siano sperienze ed osservazioni pro, e contro una tal teoria, anzi che ve ne sia una farragine; conviene saper valutare e scegliere le buone e decisive per adottarla, o rigettarla; e quì sta il punto.

Ma per saperle valutare al giusto bisogna conoscerle meglio di quello si conoscano leggendo solamente, e incontrandole riportate or quà, or là, nelle

Digitized by Google

diverse opere di autori non tutti egualmente atti ad inspirar fiducia; e di certe sperienze, torno a dire, troppo vaghe, o indicate soltanto, o poco precise, e di tante gettate là quasi a caso, e come a rischio, si dee tenere poco o niun conto, e non già farne tesoro per ciò che servano, o sembrino in qualche modo poter servire all'intento sia di confutare una teoria, sia di stabilirne, o confermarne un'altra. Vi bisogna, ripeto, una logica, e un fino criterio delle sperienze medesime, il quale non si acquista che o sperimentando da sè dietro a ben determinate e giuste vedute, e tenendo conto esatto di tutto; o vedendo altri a sperimentare, e chiedendo un conto rigoroso d'ogni cosa, e tormentando con questioni apposite e sagaci l'esperimentatore.

V. S. per sua confessione non si è esercitata nè nell'un modo, nè nell'altro; e vuol pure erigersi a giudice delle sperienze altrui. Nò, dice Ella, delle sperienze, ma delle spiegazioni. Passi, se quelle che riferite ci vengono da autori antichi e moderni, ed anche da questi ultimi soli non fossero mai in opposizione; ma lo sono pur troppo sovente. Conviene pertanto o deferire a chi gode di maggior credito ed autorità, o vedere ed esaminare per sè stesso ripetendo, e variando le sperienze, il che è più sicuro: altrimenti chi vi garantisce, che mal non v'apponiate? È facile pur troppo che alcune sperienze non molto accurate prodotte da loro autori non abbastanza sagaci, e scrupolosi, o malamente riportate da altri meno ancora guardinghi ne impongano. Non convien dunque acquietarvisi ancorchè piacciano; fa duopo esaminarle bene con fino criterio, e diffidenza, massime quando o sono in aperta opposizione, o non s'accordano bene con altre in maggior numero, più recenti, e più circostanziate, e di autori più illuminati, più sagaci, ed esperti nello sperimentare; o è mestieri porvi mano noi medesimi, e vedere, e toccare per accertarci.

Così per esempio trovandosi riferito da alcun autore antico, od anche moderno, che un metallo siasi calcinato (ossidato secondo la nuova teoria, e nomenclatura) anche in vasi chiusi, toltane ogni comunicazione coll'aria esterna, non basterà ciò per subito conchiudere, com'Ella fa, che dunque non v'è bisogno dell'aria respirabile, ossia del gas ossigeno per la calcinazione de' metalli, e che non è quindi esso ossigeno che vi entri, e ne accresca il peso ec., e sarà precipitata una tal conclusione a fronte di tante altre sperienze di migliori autori, e più accurate, e più minutamente descritte, le quali ci offrono risultati diversi, o riducono al giusto quegli altri risultati apparentemente contrarj; mostrandoci cioè, che poco, o pochissimo del metallo si è calcinato, e cresciuto di peso, corrispondentemente a quel poco o pochissimo di gas ossigeno (chiamato già, con altri nomi aria deflogisticata, aria pura, aria vitale, aria del fuoco), che trovavasi confinato nel vaso, e che è effettivamente scomparso, rimasto essendo dopo siffatta parziale calcinazione il solo gas azoto (denominato aria flogisticata

Digitized by Google

da PRIESTLEY, da altri Moffetta dell'atmosfera, gas nitrogeno, ecc.), nel quale, come in quasiasi altro gas ossia fluido aeriforme, che non sia o non contenga gas ossigeno, riesce impossibile ogni ulteriore calcinazione metallica, siccome neppure può esso servire ad alcuna combustione, nè alla respirazione; e mostrandoci pure, che di tanto appunto è cresciuto il peso del metallo quanto importa quello di detto gas ossigeno scomparso, per essersi (e che si può dir altro?) la *base ponderabile* di esso gas, cioè l'*ossigeno*, deposta, messo in libertà il calorico elastificante, e fissata sopra il metallo medesimo: e verificando così in tutto e per tutto, e confermando la teoria di LAVOISIER ormai comunemente adottata.

V. S. trascurando l'esame e il confronto di tali sperienze che apparentemente si contraddicono e attaccandosi a quelle, che a prima giunta sembrano offrire de' risultati opposti a codesta teoria, aderisce senza cognizione di causa alla sentenza di taluno, o di pochi che asseriscono francamente e senza riserva ottenersi le calcinazioni metalliche col solo calore od infuocamento in vasi chiusi, e senza il concorso di ossigeno; il che non è vero se non coll'indicata restrizione; e rigetta quindi le sperienze, e conclusioni di molti Fisici e Chimici valenti ed espertissimi, che altri più certi risultati presentandoci negano che abbian luogo tali calcinazioni ove manchi l'ossigeno; e spiegano nel modo sopraccennato quelli pure in apparenza contrarj. Ma con qual ragione, e per qual motivo si attiene Ella piuttosto alla sentenza di que' pochi? Convien pur dire, che tutto sia in lei effetto di prevenzione, e d'impegno di confutare la teoria moderna dominante.

Quanto meglio sarebbe se lasciata ogni prevenzione, e senza studio di parti, tenendo, se così le pareva, i fatti sperimentali in mezzo a tali contraddizioni per dubbj ancora si fosse accinta a verificar la cosa Ella stessa dando mano a qualche sperienza? Non è vero, che ve ne sia già di troppo di sperienze, com'Ella va predicando: fintantochè non si va intieramente d'accordo nei risultati convien dire, che sian poche ancora, o mancanti: saranno soverchie le vaghe, inesatte, inconcludenti; ma dove si questiona ancora, se ne desiderano sempre altre più dirette, precise, e decisive. Dovea dunque sperimentare Ella medesima prima di decidere; o volendo senza prove decisive attaccarsi ad un'opinione, appigliarsi dovea a quella, che avea più appoggi, e maggior corredo di sperienze ben ideate dirette specialmente a quest'oggetto ed eseguite colla maggiore accuratezza.

Ma Ella ha fatto appunto il contrario, per quella voglia smoderata di confutare i moderni, che troppo in lei si scopre, per la mania prepotente di rovesciare ogni miglior teoria: Ella attenendosi a poche sperienze vecchie troppo vaghe, e indeterminate nelle quali non si fece la dovuta attenzione all'influenza sostanziale dell'aria respirabile pura nella calcinazione de' metalli, contemplando la sola accumulazione del fuoco, o materia del calore,

Digitized by Google

cui si attribuì perciò dietro l'opinione di BOYLE l'aumento di peso in essi metalli calcinati, rigettò, o almeno tenne in niuno o poco conto le moderne sperienze in maggior numero, e incomparabilmente più accurate, nelle quali si ebbe in vista appunto tal influenza dell'aria, si determinò, e calcolò al giusto; tal che si può dire, che non lascino più nulla a desiderare su tal punto se non a chi è incredulo affatto, e vuol vedere tali sper.e co' suoi proprj occhi, e verificarne per sè stesso i risultati.

Io non volendo essere nè incredulo, nè credulo troppo, e amando più ch'altro l'applicazione alle sperienze, ebbi premura di verificare (in tempo che molto si disputava pro e contro la nuova teoria di LAVOISIER, e si movean dubbj sulle stesse sperienze) cotesto fatto fondamentale della possibile, o non possibile calcinazione de' metalli in vasi chiusi. Posi quindi varie volte sotto una larga ed alta campana di vetro contenente aria comune, e capovolta in un bacino d'acqua a galleggiare sull'acqua medesima una coppa di porcellana, in cui stavano distese delle limature metalliche, or di ferro, or di rame, di stagno, di piombo; indi facendo cadere il foco di una forte lente ustoria sopra tali limature, osservai sempre, che sul bel principio seguiva facilmente la calcinazione più o men perfetta di alcuni grani di limatura, colla scomparsa di un proporzionato volume d'aria, indicatami tale scomparsa d'aria, ossia l'assorbimento fattone dalla porzione di metallo calcinatosi, dall'innalzarsi l'acqua nella campana; ma che in appresso non progredivano nè la calcinazione, nè tal assorbimento che sempre più lentamente, fino a che si arrestavano intieramente, e tutto il resto delle limature, comunque infocate quelle di ferro, e di rame, e fuse e bollenti quelle di stagno e di piombo, conservavano perfettamente il loro stato metallico, ricusando di calcinarsi in alcun punto per quanto s'insistesse col fuoco della lente, ricusavano, dico, di punto calcinarsi quando l'aria del recipiente trovavasi diminuita di $^1/_5$ circa del primiero suo volume, il qual quinto è presso a poco la porzione di gas ossigeno, che contiene l'aria atmosferica.

Ecco dunque ridotta a giusti termini l'apparente contraddizione delle sperienze di chi sostiene, che abbian luogo le calcinazioni metalliche in vasi chiusi, e vorrebbe inferirne quindi, che non sia necessario il concorso dell'ossigeno, e di chi nega che abbian luogo: eccomi pienamente soddisfatto colle mie proprie sperienze, che depongono chiaramente a favore della teoria moderna dell'ossidazione. Ella invece, che non ha nè fatte, nè vedute simili sperienze, non curandosi più che tanto dell'accuratezza e precisione delle medesime, e trovandone riferita qualcun'altra, in cui si dice essersi ottenuta calcinazione in vasi chiusi, qualunque poi si fosse questa calcinazione, perfetta od imperfetta, intiera o soltanto parziale, sentenzia a dirittura, e senza riserva contro detta teoria di LAVOISIER. Ecco un giudizio precipitato ed erroneo; ecco le conseguenze di un tal suo procedere, in cui è troppo mani-

Digitized by Google

festa la contraria prevenzione nè può in alcun modo venir giustificata. Infiniti sono i luoghi della sua opera, in cui Ella ha fatto un cotal uso prepostero delle sperienze riportate da diversi autori, e da lei non apprezzate al giusto, per non dire mal intese; ed infinite le storte conseguenze ed applicazioni. Su questo stesso soggetto della calcinazione de' metalli, stando attaccato soscrivendo ciecamente alle teorie di BOYLE *de ponderabilitate flammae*, ed alle sperienze cui appoggiavasi (nelle quali, come già dissi, punto o poco si fece attenzione alla sostanziale influenza dell'aria respirabile pura, all'assorbimento reale che se ne fa, ecc.), crede Ella che in un vaso anche di cristallo ermeticamente chiuso possa benissimo calcinarsi, e in totalità un metallo, crescendo al solito di peso; che tale aumento di peso sia sensibile alla bilancia pesandovi tutto insieme e il vaso e il metallo calcinatovi entro; e così infatti dovrebbe essere se questa addizione di peso provenisse dal fuoco accumulatosi, e condensato in esso metallo ridotto allo stato di calce, ma così non è: il peso totale non si truova punto accresciuto; bensì trovavasi di un pochetto aumentato quello del metallo, corrispondentemente alla porzioncella di esso, che si sarà realmente calcinata (intatto il resto) a spese del poco gas ossigeno che trovavasi confinato nel vaso, ed ora non vi si truova più in istato d'aria, passata essendo la sua base ponderabile, ossia l'ossigeno, a combinarsi con detta porzioncella di metallo calcinato: del che sarà una prova evidente il vedere, rompendo il vaso sott'acqua, che vi entra tant'acqua quant'è il volume del gas ossigeno sparito, a cui corrisponde appunto il peso guadagnato dalla calce metallica.

Tutte queste sperienze fatte con accuratezza e precisione di calcolo assieme alle molte altre analoghe, mentre fanno sparire ecclissano le Boyleane e le altre vecchie poco esatte, e fatte senza una tal vista, stabiliscono, e confermano l'opinione dell'altro Inglese GREY, che all'aria fissata e coagulata in certo modo sopra il metallo, attribuisce il suo aumento di peso nella calcinazione e servono poi di fondamento, e di riprova alla più determinata, e completa teoria di LAVOISIER, ch'Ella cerca combattere con colpi in aria mal a proposito.

Che se tenace della ponderabilità del fuoco volesse Ella ricorrere ad altre sperienze fuori della calcinazione de' metalli, le quali dovrà concedere essere tutt'altro che comprovanti, almeno molto equivoche riguardo a ciò, quali mai ne potrebbe addurre, che fossero ammissibili, e senza eccezione? Alle sper. di BOYLE ed a quelle di BUFFON niente più concludenti delle prime, perchè fatte sopra metalli infocati al contatto dell'aria, ove han potuto calcinarsi in parte nella superficie si oppongono altre molte sperienze posteriori più accurate e delicatissime di WHITEHURST, FORDYCE, PICTET, RUMFORD, e SCHMIDT non prevenuti da alcun sistema. Anzi le sper. di FORDYCE indicherebbero piuttosto, che la materia del calore, il fluido igneo o fuoco ele-

Digitized by Google

mentare che voglia chiamarsi, sia antigrave, ossia goda di una leggerezza assoluta, di una tendenza cioè a scostarsi dal centro della terra; poichè l'acqua impoverita di molta materia calorifica tanto libera che latente coll'agghiacciarsi, gli comparve non già più leggiera, come avrebbe dovuto, ma anzi un pocolino più pesante di prima di qualche frazione di grano cioè, sopra un peso di molte oncie. Ma SCHMIDT ripetendo tali sper.e e variandole con somma accuratezza ha trovato, che nè cresce nè diminuisce punto sensibilmente il peso dell'acqua, che passa con tanta perdita di calorico allo stato di ghiaccio; ed ha scoperto onde ha potuto provenire quel picciolissimo aumento di peso mostratosi pell'agghiacciamento dell'acqua nelle sper.e di FORDYCE. È pertanto comune opinione, e adottata oggidì da tutti i Fisici siccome fondata sulle più esatte e dilicate sperienze, che la materia del calore, del pari che la luce, seppure è pesante come materia, non lo sia tanto attesa la sua rarezza e tenuità, da divenire mai, per quanto si accumuli, sensibile alla bilancia, e si annovera quindi tralle sostanze imponderabili. Ma i metalli calcinandosi (giova ritornare alla calcinazione metallica, e insistere su questo punto) acquistano un peso notabile; dunque non viene in loro altrimenti dal calorico accumulatovi; ma bene dalla base ponderabile dell'aria pura (gas ossigeno), che evidentemente vi si combina, essendo tanto appunto il peso di cotal aria che scompare perdendo l'abito aeriforme, quant'è il peso acquistato dal metallo calcinatosi. Sicchè da qualunque parte ci rivolgiamo emergono sempre argomenti per la teoria dell'ossidazione, e questa trionfa sulle rovine dell'antica Boyleana, che male ella prende a difendere, e che non v'è modo di ristorare. Che se pur vi fosse, non sarebbe già nessuno di quelli a cui V. S. si è appigliato; sarebbe piuttosto un'esposizione delle teorie sull'aria e sul fuoco di BOERHAAVE, un dilucidamento ed ulteriore sviluppo delle medesime con più estese applicazioni, siccome ha fatto un autore recente (non mi ricordo se LA MARCK od altri) in una bella operetta che ho letta attentamente; ma anche quest'opera, in cui si fanno tutti gli sforzi per richiamare i nuovi fenomeni fisico-chimici, a principi e spiegazioni puramente meccaniche nello spirito di tali teorie Boyleane, e Boerhaaviane, manca molto di poter soddisfare a un gran numero di codesti fenomeni e male s'accorda non dirò colle teorie moderne, ma colle moderne sperienze intorno alla combustione, alle calcinazioni metalliche, ed ai fluidi aeriformi, o gas: per il che se tale teoria antica ingegnosamente svolta da cotesto novello autore, e perfezionata al possibile avrebbe potuto sembrar plausibile in altro tempo, prima cioè delle nuove scoperte e luminose sper.ze, che han fondata la Chimica pneumatica; non può più riceversi oggidì in tanto lume di nuovi fatti, e cognizioni acquistate di siffatte sperienze e fenomeni affatto inesplicabili colle vecchie teorie, e che felicemente si spiegano colle moderne ormai universalmente ricevute.

Digitized by Google

Non so se con miglior successo sorga adesso a combattere la dottrina dei Neoterici il vecchio SIGORGNE [1] in un'opera che truovo annunziata ne' Giornali, e non ho potuto ancora vedere. Questo veterano che ha combattuto a suo tempo con successo i Vortici Cartesiani, e promulgate in appresso le *Istituzioni Neutoniane*, entra ora in questa nuova lizza; ma credo per soccombere egli pure. Altri Fisici parimenti veterani si sono dichiarati contro il nuovo sistema pneumatico di LAVOISIER, fra' quali PRIESTLEY, DE LUC, LAGE, LA MARCK sostenitori e riformatori del sistema flogistico di STAHL; ma non rigettano già tutto; anzi in molte parti convengono non che delle sperienze, delle spiegazioni ancora. Fra i Chimici poi non v'è oramai chi più contrasti, almeno sopra i punti principali sviluppati così bene negli Elementi dello stesso LAVOISIER, e nella Filosofia Chimica di FOURCROY; non v'è più chi si faccia a combattere le nuove dottrine, cui volere o non volere convien alla fine che addottino anche i più pertinaci, in gran parte almeno. Dico in gran parte, non in tutto, perchè v'è luogo certamente, e vi sarà anzi bisogno di alcune modificazioni e riforme: e a questo dobbiam travagliare se desideriamo di far avanzare la Scienza. Ma ella più di tutti premuroso vuol atterrar tutto, e in ciò ha il massimo torto, come le ho dimostrato fin quì ed è più che certo che non ne farà niente.

Ho detto, e torno a ripeterlo, che V. S. si attacca a suo talento e capriccio a tale o tal altra sperienza comechesia riportata, e da qualsiasi autore, senza molto discernere fralle vaghe, grossolane ed inesatte, e le più fine, accurate, e precise, fralle ammesse da tutti, o dai migliori, e le contraddette, fralle poco significanti o dubbie, e le perentorie e decisive: a lei basta trovarne alcuna che abbia l'aria solamente di non troppo bene accordarsi colle teorie ricevute, per valersene a combatter queste, e creder poi di averle confutate.

Dacchè si è introdotta per le sperienze fisiche e chimiche come necessaria quella esattezza, e rigore, che prima non usavasi, assoggettandole ancora, per quanto è possibile, al calcolo, ci troviamo in grado di valutare al giusto e le moderne, e le meno moderne. Or dunque veggiamo, che molte sperienze di autori neppur molto vecchi mancano di quella accuratezza, circospezione, e cautele, che si ricercano perchè siano concludenti, e senza eccezione. V. S. nulla di meno poco o nulla badando a ciò le ha per buone, e tiene per giuste e legittime le conseguenze, che se ne voglion dedurre, bastandole che sian contrarie, o sembrin esserlo alle nuove teorie ricevute; e all'opposto intanto per le sperienze favorevoli a queste teorie, e che le appoggiano, o confermano, per quelle ideate dai nostri moderni autori con viste ben più precisate, ed eseguite poi colla massima accuratezza, e le quali presentandoci risultati

[1] *Nel* 1808 *il Sigorgne era nell'* 89° *anno, e morì l'anno dopo* (1809). [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

chiari, netti, e ben calcolati, debbono ispirarci la maggior confidenza, Ella si mostra tanto difficile e incontentabile, quanto facile per quelle altre, che le vanno a grado. Or io domando, se sia questo un procedere con ingenuità, e buona fede. Addurrò di questa sua cattiva scelta di sperienze, e mal collocata credulità, che voglio credere proveniente piuttosto da errore e prevenzione, che da malizia, un altro esempio oltre i già allegati, e i molti che allegar potrei. Sappiamo in oggi qual conto debba farsi delle sperienze, con cui da diversi autori non tanto moderni si pretese di mostrare la riduzione, o trasformazione dell'acqua in terra per mezzo o di ripetute evaporazioni, o della semplice triturazione protratta a lungo tempo. Siffatte sperienze, le quali fin d'allora, lungi dal comparir tali da escludere ogni eccezione, e scrupolo, lasciavan luogo a varj dubbj, e si $\begin{matrix}\text{ebbero}\\\text{tennero}\end{matrix}$ infatti dalla maggior parte dei Fisici per equivoche, richiamate in questi ultimi tempi di miglior critica ad un più rigoroso esame, e ripetute con tutte le più necessarie attenzioni e cautele, hanno scoperto l'abbaglio preso da que' primi sperimentatori; ci han mostrato cioè, che la poca terra ottenuta col tormentare in tali maniere, e per sì lungo tempo l'acqua, proveniva realmente (ciò che V. S. non vuol riconoscere) dall'erosione dei vasi (non contando quella raccoltavisi per avventura dalle polveri cadutevi dentro dall'aria), essendosi trovato che la qualità, e il peso di essa terra corrispondeva appuntino alla perdita fattane dal vaso per cotal corrosione da lui sofferta, la quale appariva sibbene visibile all'occhio, non che sensibile alla bilancia. E dopo queste sperienze recenti ch'Ella non poteva ignorare, e che doveva pur riconoscere essere molto più accurate delle antiche, e decisive, fa caso ancora di queste come fossero concludenti, e ritiene come vera la chimerica conversione dell'acqua, mediante la distillazione, e la triturazione in terra, e sì in varia specie di terra? È questo dunque l'uso, ch'Ella fa delle sperienze, che con laboriosa infinita ricerca va raccogliendo da tutte le parti? Ahi! lasso, che accumulandone a dismisura senza scelta, e senza distinzione, come già dissi, e come troppo chiaramente appare, e tirandone a precipizio quelle conseguenze, che più le piacciono, ben lungi dal cavar lumi dalle sperienze medesime pel discoprimento della verità e per il suo sostegno, viene anzi ad oscurarla, e pare che il suo studio sia quello piuttosto di renderla dubbia, e farla sparire.

Scelta dunque di sperienze, esame giudizioso e imparziale delle medesime, poi applicarsi a farne da sè, a ripetere e variare quelle de' migliori autori, quelle singolarmente, che crediamo possan riuscire decisive, o più conducenti almeno all'intento, idearne all'occasione e farne di nuove colle stesse o con ulteriori viste; infine buon criterio in tutto: ecco ciò che si richiede; ciò che andrò sempre predicando, a lei singolarmente, in cui scorgo a dir vero

Digitized by Google

molti talenti, ma finora mal diretti, moltissime cognizioni, ma confuse, indigeste, e male impiegate.

V. S. infatti col correr molto in cerca di sperienze senza mai farne, e di sperienze di qualunque sorta e calibro, onde trarne obbjezioni contro le moderne teorie dominanti, a cui ha dichiarato guerra, e materiali per fabbricare poi un altro sistema tutto suo, e tutt'affatto diverso, si è smarrita di lunga mano; ed ahimè la veggio ben lontana dal battere la buona strada. Non solo si è Ella attaccata ad esperienze vaghe, inesatte, spesso anche incerte, attribuendo loro valore, che non hanno, o più assai di quello si può loro accordare, e cercando invece di toglierne alle altre sperienze incomparabilmente più esatte su cui si son fondate le nuove teorie oggidì trionfanti, ed a quelle che luminose del pari vengono in loro appoggio, studiandosi in ogni maniera di deprimerle, o d'impugnarle, quasi sempre poi interpretandole malamente. Non solo, dico, si è V. S. abbandonata con troppa confidenza a sperienze difettose, ingannevoli, o di poco conto, e ne ha dedotte conseguenze quando troppo generali, ed assolute, quando poco fondate, e quando affatto insussistenti; ma ha supposti ben anche e adottati come principj de' fatti, cui non so d'onde abbia potuto ricavare, giacchè non risultano certo da sperienze neppure imperfette; ha supposti francamente, e adottati senza riserva fatti e principj, alcuni de' quali sono del tutto falsi, altri patiscono molte eccezioni e sopra questi ha fabbricato raziocinj alla sua maniera senza fine. Come mai per esempio, e dietro a quali prove sperimentali avanza Ella, che la sola aria resp. (gas ossigeno) sia coibente del calorico, e del fluido elettrico, e gli altri gas, od arie mofetiche punto non lo siano? Non è altrimenti vero ciò neppure riguardo al calorico, ma gli è poi falsissimo riguardo all'elettrico, giacchè conservano assai bene i corpi sia idroelettrici e coibenti, sia anelettrici o conduttori, la concepita elettricità, vitrea o resinosa, ossia *in più*, od *in meno*, involti in attorniati da qualsivoglia *gas*, sol che non sia estremamente umido. Ella crede, od ama persuadersi che i gas mefitici, cioè quelli che estinguono il fuoco, estinguano anche, ossia portino via, e dissipino l'elettricità; ma l'esperienza depone in contrario, e la convince di errore: una palla metallica sospesa per un filo isolante di seta, ed elettrizzata, può tuffarsi e stare immersa lungo tempo in una giara piena di aria fissa, di aria infiammabile o di qualsiasi altra inservibile alla combustione, e irrespirabile eppure non perdere più di elettricità di quello essa perda in egual tempo trovandosi involta dall'aria comune atmosferica o dalla più pura respirabile: l'esperienza è facile a farsi, e distrugge affatto la di lei asserzione, ed uno de' suoi principj prediletti.

Parimenti ella è in grand'errore credendo, che l'acqua sia *conduttrice* ed *anelettrica in grado eminente*; onde cadono del tutto tante mal fondate

Digitized by Google

deduzioni, e raziocinj, cadendo in tal suo supposto che pure tiene per principio incontestabile, e fa valer tanto. Crede Ella, che estingua l'acqua il fuoco dissipandolo mercè la sua estrema virtù conduttrice; ma è per tutta altra causa: gli è perchè stendendosi sul corpo, che arde, lo raffredda in tutti i punti col contatto, e più ancora colla grande evaporazione ch'essa acqua viene a soffrire; ma sopratutto perchè ricoprendolo con tale strato acquoso toglie al combustibile l'immediato contatto dell'aria, ossia dell'ossigeno sostanzialmente richiesto alla combustione. Del resto l'acqua non è punto nemica per sè stessa, nè dissipatrice del fuoco, o della fiamma. Ne volete una prova evidentissima e palpabile? Appiccata con un candelino la fiamma alla bocca piuttosto larga d'un fiasco pieno d'aria infiammabile, se verserete da un'altra bottiglia dell'acqua entro tal fiasco, quel rivo d'acqua anche copioso attraversando la fiammella che lambe la bocca di esso fiasco, non che spegnerla, la farà, anzi ricrescere ed alzare a misura che andando l'acqua ad occupare la capacità del fiasco, ne viene a far sortire in maggior copia l'aria infiammabile. Che se la bocca di questo fiasco sia chiusa da turacciolo poroso, come di cotone, di tela, ecc. in guisa che l'aria inf. possa o spontaneamente, o forzata in qualche guisa (riscaldando per es. il fiasco medesimo) mano mano sortirne, e accesa presenti, e mantenga la fiamma qual lucerna, si spegnerà tosto all'affondarvi non che il rivo d'acqua, come sopra, ma anche solo poche goccie; ciò non per inimicizia dell'acqua col fuoco, come volgarmente si crede, non per la pretesa virtù dissipatrice, di cui, come si è veduto, non gode, e ch'Ella arbitrariamente le attribuisce; ma soltanto perchè va a turare que' pori capillari, da cui prima sgorgava l'aria inf. ed or ne viene impedita. In tal maniera, e non altrimenti vien soffocata la fiamma dei legni, e d'altri corpi porosi (la quale altro non è appunto che aria inf. accesa) coll'affondervi acqua.

Riguardo poi al calore oscuro, senza fiamma cioè, e senza combustione, ben lungi dall'esser l'acqua *conduttrice in grado eminente*, non lo è che in grado minimo, per non dire che punto non lo è; come ci han provato le belle e luminose sperienze del celebre RUMFORD ripetute, e confermate da tanti altri: cioè non passa il calore, che punto o poco attraverso l'acqua, e non può questa comunicarlo, e via condurlo, nella massima parte almeno, se non movendosi essa stessa idrostaticamente dal basso all'alto a misura che le sue molecole, le quali si trovano in contatto dico del corpo solido caldo ricevendone il calore, e dilatandosi divengono più leggiere, quindi salgono, e dan luogo ad altre di fare successivamente l'istesso giuoco. Di quì è, che se il calore si comunica facilmente, e in poco tempo a tutta una massa d'acqua venendo applicato al disotto, punto non si comunica, o pochissimo, non discende insomma, che a grandissimo stento, applicato alla faccia superiore. Ecco a che si riduce l'*eminente virtù conduttrice* ch'Ella arbitrariamente attribuisce all'acqua, e di cui fa tanto caso.

Digitized by Google

Ma poichè la possiede tal virtù, come crede V. S. per l'elettricità ha presunto che la possieda anche per il calorico; e che queste due conducibilità siano la stessa cosa, o vadan sempre del paro. E questo di nuovo non sussiste, almeno nelle generalità, anzi è dimostrato falso da dirette sperienze incontrastabili. Sia pure che i metalli mostrinsi ottimi conduttori e del fluido calorifico, e dell'elettrico; altri corpi come alcune pietre, gli ossi non secchissimi, ec., son cattivi conduttori del calorico, e abbastanza buoni dell'elettrico; il carbone di legna poi è cattivissimo conduttore del calorico, come si sa, e conduttore invece dell'elettricità assai buono, anzi poco inferiore ai metalli, e molto migliore dell'acqua; giacchè questa non è quel buonissimo conduttore dell'elettricità, ch'Ella va dicendo, e su di che va fabbricando idealmente tante belle cose. KAVENDISH avea dedotto già da molte osservazioni, e da alcune sue sperienze, che fosse l'acqua pura molti milioni di volte meno deferente de' metalli; ed io pure ho ritrovato con altre sperienze mie affatto dimostrative che un larghissimo strato d'acqua, anzi una colonna di due piedi di diametro offre assai più difficile passaggio ad una corrente di fluido elettrico che un filo di metallo qualunque di eguale lunghezza, e del diametro di $^1/_4$ ed anche di $^1/_8$ di linea. Ecco dunque destituita di fondamento, e affatto gratuita, anzi contraria alle più accertate e dirette sperienze la di lei asserzione della *virtù conduttrice in grado eminente* posseduta dall'acqua. Non la possiede essa neppure a un grado insigne quand'è purissima e purgatissima d'ogni sale e quasi quasi in tale stato è più coibente, che deferente, come mi sono accertato; e quando poi anche per essere pregna di sali riesce abbastanza buon conduttore, e può dirsi eccellente in paragone della massima parte de' corpi asciutti, o poco umidi; è ben lungi dal potersi dire un conduttore perfetto, e dal potersi paragonare a qualunque dei metalli, ed al buon carbone di legna conduttore assai buono dell'elettricità, come ho fatto vedere, e pessimo del calore.

Oltre gli errori in cui Ella cade, appoggiandosi malamente a sperienze troppo generali, vaghe, incerte, e poco esatte a fronte di altre più precise ed accurate, adducendo a suo talento conseguenze e principj, che non reggono; troppo apertamente si oppone alle sperienze medesime, ed ai più certi risultati con delle maniere di ragionare, affatto incomportabili. Ciò che viene direttamente mostrato da esperimenti a dovere instituiti, e ciò che ne deriva come conseguenza immediata, negare non si può, nè rigettare per ciò che sembri improbabile o non concepirsi bene o non vedersi da noi il modo di conciliarlo colle preconcette nostre idee. I fatti sperimentali possono ben distruggere i nostri raziocinj, non i raziocinj distruggere i fatti. Le più belle, e plausibili teorie possono essere mandate in fumo da una sola sperienza decisiva, e a nulla valgono con tutto il loro seducente aspetto contro ciò che questa depone. Pecca Ella adunque contro questa regola quando per non

Digitized by Google

saper intendere come il calore determini e promova la combinazione e fissazione dell'ossigeno (ossia base dell'aria respirabile) sopra il fosforo, e gli altri combustibili, e sopra i metalli, e perchè le sembra che il calore massime quell'interno della combustione colla sua forza espansiva e disgregante dovrebbe piuttosto fare il contrario, strappare cioè esso ossigeno dalle combinazioni coi solidi, e portarlo dallo stato fisso a quello elastico aeriforme, per queste ragioni, o a meglio dire per questa maniera di concepir le cose; e non saperle concepir altrimenti, s'avanza a dire con franchezza che non può in alcun modo aver luogo l'indicata combinazione dell'ossigeno co' metalli, col fosforo, ec. in forza del calore, e sì di un calor intenso. A che servono, dico, sì bei raziocinj, se le sperienze tutte ci mostrano apertamente, che in fatto la sostanza ponderabile, che fa la base dell'aria vitale, l'ossigeno, abbandonando il calorico, e rendendolo libero si attacca a que' corpi, e vi si fissa portandovi una corrispondente addizione di peso? Lasciam per ora i metalli, di cui si è già parlato più sopra; e tratteniamci un momento intorno al fosforo con una sola sperienza che potrà bastare all'intento e varrà per molte. Pongansi alcuni pezzetti di fosforo, del peso in tutto di 10. grani in un ampio vaso di vetro capovolto sopra il mercurio, e contenente 100. pollici cubici di aria comune atmosferica. In una temperatura inferiore a 4. gradi REAUM. non si abbrugierà il fosforo, nè risplenderà; sopra i 5. gradi manderà vapori bianchi, e luce, e subirà una lentissima combustione, mercè la quale diminuirassi a poco a poco il volume dell'aria, fino a che dopo ore molte, o giorni sarà ridotto di $^1/_5$ circa, cioè da 100. ad 80. poll. essendo subentrato il mercurio ad occupare gli altri 20. poll. scomparsi. Ciò che accade in lunghissimo tempo per tale lenta combustione del fosforo, compiesi in breve d'ora colla combustione rapida vivacissima, in cui entra ad una temperatura superiore a 30. gr. R. Scompare cioè l'istessa quantità d'aria. E del fosforo cosa avviene? trovasi aver sperduto anch'esso qualche cosa per la sofferta combustione sia lenta, sia rapida? Al contrario si truova nell'un caso, e nell'altro accresciuto in peso oltre al doppio (ben più che i metalli che si calcinano) cioè dai 10. grani a più di 20.; precisamente quanto importa il peso dei 20. pollici cubici di aria pura vitale, ossia gas ossigeno, che sono scomparsi; indizio chiaro, anzi prova evidente, che non altrimenti sono scomparsi che per essersi la base ponderabile di tal aria vitale (ossigeno cioè), unita e combinata con esso fosforo: il quale per tal acquisto e combinazione da insipido, che era, ed insolubile nell'acqua si è cambiato in un acido forte concreto tuttavia, però solubile intieramente nell'acqua, ec. Che poi sia appunto cotest'aria vitale, che cedendo all'affinità del fosforo la sua base pesante (l'ossigeno) e trasformandolo in acido, ha perso l'abito aeriforme, ed è scomparsa, si fa manifesto dal trovarsi tutta la residua aria del vaso spogliata intieramente della sua porzione di aria vitale e quindi affatto irrespi-

Digitized by Google

rabile, ed inservibile alla combustione, in guisa che i pezzetti di fosforo avanzati (giacchè da 5. grani solamente si saranno abbrugiati, e trasformati in acido con quei 10. grani di ossigeno), o se vi se ne introduca del nuovo nè vi risplende, nè può più ardervi per quanto si riscaldi; così è: vi si può fondere e far bollire codesto fosforo rimasto o aggiunto ma ricusa di abbrugiare nè si altera punto ove non gli si fornisca nuovo gas ossigeno, ossia aria vitale: il che poi facendosi prende anch'esso ad ardere e si trasmuta col corrispondente aumento di peso a spese di tal nuova aria, in acido, ec.

Questa sola sperienza scelta tra molte altre analoghe, e che ognuno può ripetere facilmente, potendo anche il vaso star rivolto sopra l'acqua invece del mercurio, basta a mettere sott'occhio, e far toccare con mano il disfacimento dell'aria pura vitale, chiamata gas ossigeno, nella combustione del fosforo, e l'unione e fissazione sopra questo della base, o sostanza ponderabile di tal aria. Ma come è mai possibile, Ella va dicendo, che il calore per sua natura espansivo, e che ha forza e virtù di vaporizzare i liquidi, e di gasificare, ossia portare allo stato aeriforme delle sostanze solide (come avviene quando evolve dalle pietre calcari e da altri corpi l'aria fissa), che accresce sempre l'elasticità de' fluidi aeriformi, che in somma tende a disgiungere e disgregare, produca poi nelle addotte sperienze un effetto tutto contrario, spogli cioè il così detto gas ossigeno della sua elasticità, gli tolga l'abito aeriforme, e faccia entrare la sua base in combinazione, e la fissi nel corpo combustibile? La cosa è tanto possibile, rispondo, che è un fatto sperimentale innegabile; ond'è inutile il volerlo contrastare con argomenti, con obbjezioni e difficoltà qualunque sieno, e comunque sembrino forti. Sì: il calore, volere o non volere può far perdere l'abito aeriforme ad un gas in concorrenza di un corpo, che abbia grande affinità colla di lui base, esaltando e rinvigorendo esso calore tale affinità, come suole anche per altre combinazioni; può farlo perdere anche a due gas in concorrenza fra loro, quali sono il gas ossigeno, e l'idrogeno, ossia l'aria resp. pura e l'infiammabile: non scompare infatti il volume di ambedue queste arie ove miste in questa proporzione si accendano; e non vengono esse per tal infiammazione condensate, e ridotte in acqua di egual peso a quello che avea tutto il miscuglio in istato di gas?

Queste son pure sperienze incontestabili, ripetute anche molto in grande, verificate in guisa che non ammettono ormai più dubbio. Opponga Ella dunque quanto vuole la difficoltà di concepire che l'innalzata temperatura, un calore intenso produce tali effetti contrarj alla conosciuta sua forza espandente, elastificante, e s'avanzi a dire esser questo una manifesta assurdità, noi le opporremo sempre le sperienze, che parlano più dimostrativamente d'ogni suo bel ragionamento, e la convincono di errore, e di arroganza nel voler decidere e dichiarare per assurdo ciò che non comprende. Del resto se un tal

Digitized by Google

fatto non può bene intendersi e spiegarsi stando alle sole e semplici leggi meccaniche, molto men astruso riesce e abbastanza intelligibile a chi penetra più addentro nelle *affinità chimiche*, e indagando nelle leggi, meglio ne conosce il giuoco, e le varie modificazioni. La Fisica non può più oggidì per una gran parte de' fenomeni far senza delle spiegazioni tolte dalla Chimica; e questa tutta si aggira intorno alle affinità. Anch'essa però la Chimica dee, per quanto puossi venir assoggettata a leggi Fisiche e meccaniche: e ciò è che ha intrapreso di fare BERTHOLLET nell'opera sua profonda intitolata *Essay de statique Chimique*. In questa troverà V. S. tralle altre luminose spiegazioni, e applicazioni dei fenomeni del calorico, anche quelle che riguardano sì la produzione e svolgimento per forza del calore dei *gas* o fluidi aeriformi in molte circostanze, sì il disfacimento de' medesimi, e la combinazione delle loro basi coi corpi combustibili, e co' metalli; come questi effetti contrarj si conciliano coll'indole e le leggi ben esaminate delle affinità, ec.

S'Ella avesse letta senza prevenzione contraria e ben meditata tale opera, ed altre dei migliori autori moderni, segnatamente la *Philosophie Chimique* di FOURCROY, se avesse, dico, studiato a dovere, e ben intese le nuove dottrine Fisico-chimiche, non avrebbe preso tanti granchj, nè le sarebbe venuto in capo così per poco di combatterle nè le avrebbe combattute con sì meschine ragioni e futili obbjezioni, con sì erronei principj. Si scorge in mille luoghi del di lei libro con cui pretende confutarle, che le ha mal intese, e per ciò che è delle teorie, o per ciò che è delle sperienze, su cui si fondano. Riguardo per esempio al gas ossigeno Ella non conosce, o non fa attenzione, che in senso dei neo-Chimici l'*ossigeno* non è la stessa cosa col *gas ossigeno*, ossia aria vitale, che quello è la base solida ponderabile di questo *gas*, la quale sol quando è unita al calorico elastificante prende l'abito aeriforme, e lo perde entrando in forza di prevalenti affinità in altre combinazioni. Vi voglion dunque a costituire l'aria vitale (ossia gas ossigeno) due ingredienti, cioè ossigeno e calorico. E quando nella combustione del fosforo, del solfo, del carbone, ecc. o nelle calcinazioni de' metalli, che ossidazione rettamente si chiama, esso ossigeno passa a combinarsi e fissarsi in que' corpi, non è più il gas qual'è, cioè tutto il composto del fluido aeriforme che si coaguli, e vi si fissi, poichè a comprimere e condensare a un tal segno siffatto fluido elastico da ridurlo ad un volume circa mille volte minore, vi vorrebbe certo una forza inconcepibile; e altronde il calore anzichè esercitare una forza comprimente e coagulante ne esercita una espandente: non è punto questo che succede com'Ella crede che tengano gli autori e seguaci della Chimica pneumatica (o mostra forse di crederlo per aver campo di combatterli, rilevando l'assurdità o incongruenza almeno di tale spiegazione) non è, dico, seguendo le teorie luminose di codesti autori, tutto intiero il

Digitized by Google

composto aeriforme chiamato da noi *gas ossigeno*, che compresso in cotal modo meccanicamente e condensato a un sì gran segno si attacchi e unisca strettamente al metallo, fosforo, ec. ma sibbene il solo ossigeno, cioè la base solida ponderabile, che trovasi in esso gas combinata e disciolta nel calorico, al quale elemento espansivo di sua natura deve unicamente lo stato elastico aeriforme. Or questa base, quest'ossigeno per sè non elastico soggetto essendo come ogn'altra sostanza al dominio delle *affinità chimiche*, niente ripugna, che per una affinità prevalente venga rapito al calorico, che lo teneva allo stato aeriforme, e tratto in nuove combinazioni colle sostanze combustibili anzidette, co' metalli, ec. Per tal maniera non si ha a vincere e domare la grande forza espansiva, che compete al gas come tale, la qual cosa sarebbe lo confesso ben difficile a concepirsi; ma solo deesi superare l'affinità, con cui sta unito esso ossigeno al calorico quando trovasi in tale stato aeriforme; il che facilmente compiesi da un'altra affinità maggiore; e questa affinità prevalente con essi combustibili, e metalli, ove non abbia luogo, o non dispieghi abbastanza la sua energia a basse temperature, può benissimo esaltarsi, e divenir efficace a temperature rispettivamente più alte; essendo cosa notissima in Chimica, e resa manifesta da un'infinità di fenomeni, che le variate temperature influiscono non poco a cambiare il tenore, e i rapporti delle affinità elettive.

Con questa spiegazione sì naturale, e conforme ai principj fondamentali della Chimica addottati comunemente s'intendono senza difficoltà quei fenomeni, che sono in certo modo, e secondo le apparenze contrarj: cioè come in alcune combinazioni, e circostanze trovandosi in un composto solido combinata la sostanza che può esser *base di un gas*, es. gr. l'*acido carbonico* nella pietra calcare cruda (*carbonato di calce*) alla calce, e all'acqua, che ne sono gl'altri componenti, allorchè viene a riscaldarsi molto un tal composto, fino all'arroventamento, come, dico, il molto calorico accumulato indebolendo da una parte l'adesione di detto acido a questi altri ingredienti, la quale altronde non debb'essere molto grande, prevaler possa colla sua affinità verso il medesimo, onde lo strappi esso calorico alla primiera combinazione, e unendolo a sè intimamente, e disciogliendolo lo porti allo stato di fluido elastico, e ne lo svolga quindi in quella specie d'aria, che chiamavasi una volta troppo generalmente e impropriamente *aria fissa*, ed ora col nome più appropriato di *gas acido carbonico*: e come al contrario in altre combinazioni e circostanze trovandosi già combinata al calorico, fusa, e fluidicata con esso la *base* di un altro *gas*, l'ossigeno cioè base del gas che porta questo nome (e che chiamossi già aria deflogisticata, aria pura, aria vitale, aria del fuoco), possa abbandonare esso calorico, per unirsi ai metalli, al fosforo, al solfo e ad altri combustibili, che vi hanno una grandissima affinità, e tale, che diviene a certe temperature prevalente a quella, che detto ossigeno ha col calorico stesso,

Digitized by Google

come sopra si è accennato. Questa affinità dell'ossigeno col fosforo è già prevalente, a quella ch'egli ha col calorico, e arriva quindi a far perdere ad esso ossigeno l'abito aeriforme con fissarlo sopra di detto fosforo, alle ordinarie temperature dell'atmosfera; cominciando un tal processo di lenta combustione verso i 5. gradi sopra il 0. REAUM. la quale poi passa ad una rapida vivacissima sopra i gr. 30. Pel solfo, e per gli altri combustibili vuol essere il calore innalzato generalmente dippiù e per alcuni molto dippiù. Quanto ai metalli, molti anche a basse temperature alle ordinarie dell'aria, vengono sebben lentamente ad ossidarsi, chi più, chi meno, come il ferro, che si arrugginisce, il piombo che perde il lucido metallico, ec. ed a promovere anche e compiere in breve d'ora l'ossidazione di esso piombo, e dello stagno non si ricerca un grandissimo calore, quello bastando, che arriva a fonderli, sol che offrano larga superficie all'aria, e vengono mano mano tutte le parti del metallo al contatto di essa aria rinnovata, ossia del suo ossigeno. Per l'ossidazione poi del mercurio non è richiesto che un blando calore, con che lentamente, e sempre alla superficie solamente (come avviene a qualunque calcinazione metallica) e in contatto dell'aria va trasformandosi in *ossido rosso di mercurio*, che chiamavasi una volta *precipitato per sè*. Or questo ossido trattato ad un calore più forte, che s'accosti al calor rovente in un matraccio, ove non entri nuova aria, distillato insomma, si spoglia dell'ossigeno, e lo manda fuori restituito allo stato di *gas ossigeno*, restando il mercurio revivificato e puro. Lo stesso accade all'*ossido rosso di piombo* (minio), a formar il quale però essendosi dovuto impiegare maggior calore, che a formare l'*ossido rosso di mercurio*, ed essendosi dovuto protrarre tal calore per far avanzare esso ossido di piombo per varj gradi di ossidazione, per quelli cioè di ossido grigio, poi giallo, fino al rosso, si richiede poi niente meno che un calor rovente e sostenuto per istrappargli l'ossigeno con cui erasi combinato e sì una parte soltanto, onde degrada bensì nell'ossidazione, ma non viene appieno revivificato, ossia restituito allo stato metallico, come accade all'ossido di mercurio.

Or in questi processi col mercurio, e col piombo, ci si presentano esempj abbastanza chiari delle spiegazioni sopra recate. Le affinità elettive, come si è detto, possono esser tali, nel concorso del calorico, dell'ossigeno, e di corpi aventi affinità con questo, che in tal conflitto per appropriarselo, e rapirlo l'uno all'altro, or prevalga il calorico, or l'altro corpo. Negli esempj recati gli è l'istesso corpo, l'istesso mercurio, o l'istesso piombo, che or la vince, or cede, onde l'ossigeno passa reciprocamente da una combinazione all'altra; e tale scambio avviene in virtù delle mutate temperature, le quali hanno una marcata e decisa influenza sul tenore e i rapporti di esse affinità, come si è detto, e come manifestatamente appare da queste stesse sperienze, e da mill'altre, che la Chimica non ignora.

Digitized by Google

Ed ecco tolte tutte le difficoltà, ecco svanite le obbjezioni, ch'Ella, considerando le sole forze fisiche dei fluidi elastici aeriformi, e del calore dotato naturalmente di forza espansiva ch'esso esercita massimamente sopra tali fluidi, getta in faccia ai Lavoisieriani con un'aria di trionfo, credendole insuperabili. Eccole, tolte e dileguate facendo intervenire le forze chimiche, le affinità, od attrazioni elettive; alle quali è pur necessario ricorrere per tanti altri fenomeni, per tutti quelli di composizione, e decomposizione de' corpi, ecc. Ecco almeno indicato in generale come possono esser tolte siffatte difficoltà, ed obbjezioni. (Per una più compiuta, e profonda spiegazione estesa a tutti i casi particolari convien ricorrere alla già sopra lodata opera luminosissima di BERTHOLLET *Saggio di Statica Chimica*). Le quali quand'anche sussistessero, cioè non si potesse rinvenire la cagione, e spiegare il modo, onde scompare l'aria pura vitale nella calcinazione de' metalli, nella combustione del fosforo, ec. in qual maniera cioè la sua *base* ponderabile, l'ossigeno (abbandonato il calorico, ch'era il suo *dissolvente*, e che diviene ora *calor libero*, termometrico, sensibile, e quando la combustione è rapida, giunge a divampare) si combina, e fissa sopra questi corpi, i quali realmente crescono di peso, e appunto quant'era quello dell'aria che è scomparsa; quand'anche, dico, fossero tali fenomeni inesplicabili, inconcepibili, e avessero del paradosso, pur negare non si potrebbero, nè contrastare ragionevolmente essendo parte fatti reali, risultati certi non più soggetti a dubbio, e parte conseguenze immediate di questi fatti, e di moltissime sperienze non equivoche incontestabili; la testimonianza, e il linguaggio delle quali è ben più autorevole torno a dire, e non mi stancherò mai di ripetere che i ragionamenti fondati sopra apparenze, sopra prevenzioni, o dietro idee che uno si è formate; idee e ragionamenti manchevoli per loppiù, e mal fondati. Io non vorrei dire, che tali siano tutti quelli di V. S. (nell'opera sua voluminosa piena di obbjezioni, e di argomentazioni tratte da altre sperienze quà e là raccolte alla ventura, nè già sì chiare, precise, e luminose come quelle dei Neo-chimici, e da principj ch'Ella si è formati a talento) ma molti certo lo sono; e credo di averlo provato.

Ho detto sopra che V. S. non intende a dovere, o piuttosto non vuol intendere le dottrine de' moderni intorno all'ossigeno, scorgendovi, o a dir meglio attribuendo loro delle idee erronee, e argomentandosi poi di confutarle a sua posta. Ciò che ho addotto fin quì riguardo alla fissazione di esso ossigeno sì ben provata da quelli, e spiegata, e così mal intesa, ed interpretata da lei, e quindi negata a fronte di esperienze irrefragabili, lo dimostra abbastanza. Non meno chiaramente lo fa vedere l'idea, che le piace di attaccare a questo stesso ossigeno, la quale non è già quella voluta dai Neochimici. Non pretendono già essi, nè voglion dire, che questo ossigeno sia un vero, e proprio acido per sè, nè che abbia a portare e comunicare l'acidità

Digitized by Google

a tutte le combinazioni, in cui entra, e molto meno che ve la debba portare in proporzione della sua dose. Chi ha mai detto, o sostenuto questo? Ma osservato avendo LAVOISIER, e i suoi seguaci, che combinandosi questo principio, questa base ponderabile dell'aria pura vitale col fosforo, col solfo, col carbone nella combustione di tali corpi, la quale trae seco come s'è detto, e giova pure ripeterlo, anzi siccome si vede e si tocca con mano, la decomposizione di altrettanto di cotal aria vitale quanto vengono ad aumentare di peso detti combustibili: osservato avendo, che questi cambiano con tal accrescimento che lor sopravviene forma e costituzione, e divengono veri e genuini acidi secondo la loro specie, l'uno cioè acido fosforico, sulfurico l'altro, e il terzo acido carbonico, han dedotto per immediata conseguenza, che il principio assorbito, il qual formava la base più materiale, e ponderabile di tal aria scomparsa, sia un componente di cotesti acidi, un loro ingrediente, anzi il vero principio acidificante di tali basi semplici (o a dire più giusto indecomposte) e ben conosciute, fosforo, solfo, carbone; e in questo senso gli han dato il nome di *ossigeno*, per significare *generatore di acidi*; le quali basi specificatamente diverse costituiscono quindi coll'istesso ossigeno identico altrettanti acidi specifici: e per analogia poi hanno congetturato, e presunto, che sia esso il principio acidificante eziandio di tutti gli altri acidi, di cui le basi semplici, o composte non sono per anco conosciute. Per analogia, dico, e in via d'induzione, non tenendo tutti neppure i Neo-chimici, che ciò sia certo; e opinando, alcuni fra i quali l'acutissimo il sagacissimo BERTHOLLET che vi possano benissimo essere degli acidi, in cui non entri il cosidetto ossigeno. Resterà però sempre vero, che questo è il proprio principio acidificante di que' corpi, che diventano acidi mercè l'abbrugiare, e il crescere con ciò di peso quanto viene a soffrire di perdite l'aria inserviente alla loro combustione.

Del rimanente tutti convengono, che non ogni combinazione, in cui entra l'ossigeno, anche in molta dose, presentano degli acidi, non bastando a costituire un acido il principio acidificante, ma richiedendosi dippiù, che la base sia di sua propria natura *acidificabile*; il che non è di tutte: non lo è dell'*idrogeno* base dell'aria infiammabile; col qual idrogeno combinandosi l'ossigeno, e sì in proporzione di 85. di questo, e 15. circa di quello ne risulta peso per peso pura acqua, non punto acida (ciò che ha fatto dare il nome d'idrogeno a codesto principio, che combinato all'ossigeno costituisce l'acqua): non lo è della più gran parte de' metalli, i quali coll'acquisto dell'ossigeno in minor proporzione, però ancora in dose notabile, cambiano lo stato loro di regolo in quello di calce metallica parimenti non acida. Questa adunque, ed altre combinazioni dell'ossigeno con varie basi, sian semplici sian composte, dalle quali combinazioni non risulta un acido, per difetto di esse basi, che suscettibili non sono di acidificazione (alcuni tra i metalli, come

Digitized by Google

l'arsenico, e il molibdeno, lo sono, sopraccaricandosi le loro calci di una nuova dose d'ossigeno), si son chiamate acconciamente ossidi, e vuolsi per indicare che contengono bensì l'ossigeno ma in modo che non giungono ad essere veri e compiti acidi: i Tedeschi li chiamano *semiacidi* (*Halbsaüre*); il qual nome esprime forse troppo, epperò non conviene molto bene; certo men bene che il termine *ossido*.

Fissate, e ritenute tali cose, che adottano per principi delle loro dottrine i Neo-chimici, e sono risultati di sperienze incontestabili, cosa ha Ella ad opporre ragionevolmente? Le sue difficoltà ed obbjezioni non sono neppure speciose, e si fondano sopra un falso supposto. Anche i metalli, vo dicendo, se è vero che si tirino addosso calcinandosi una quantità considerabile di ossigeno, e tanto da crescere molto notabilmente di peso, dovrebbero divenir acidi sensibilmente; e l'acqua poi dovrebbe riuscire acidissima, se composta fosse, come vogliono i medesimi Fisico-chimici per ben sei settimi dello stesso ossigeno. E perchè anche l'aria stessa vitale, che è tutta secondo questi Filosofi ossigeno in istato di *gas*, non è essa acida? Perchè non si fa sentir acida l'acqua impregnata di questo gas? Questi e simili raziocinj, con cui Ella mena romore, queste pompose obbjezioni potrebbero ferire la teoria, se essa ponesse per principio, che l'ossigeno sia per sè stesso un acido, o basti a costituirlo. Sebbene anche in tal supposizione potrebbe per certe combinazioni rimaner soffocata, e scomparire affatto l'acidità dell'ossigeno, venendo in certo modo neutralizzata; come in tante altre combinazioni si perdono, e divengono latenti in parte, o in tutto le qualità specifiche d'uno o d'altro dei componenti; come avviene agli stessi acidi, ed agl'alcali, che insieme formano de' sali neutri, ecc. Così dunque l'ossigeno potrebbe essere per sè acido, acidissimo e nulla di meno divenir latente, nascondere la sua acidità per una tal quale neutralizzazione in certe combinazioni: 1.° in quelle col calorico, che lo tiene disciolto ed espanso in forma di gas, e che viene egli stesso in certo modo neutralizzato perdendo ossia occultando il suo potere calefaciente, e divenendo calor oscuro, o come dicesi *calor latente*, a differenza del calor sensibile, termometrico, qual ricompare allorchè decomponendosi il detto gas per il combinarsi che fa la sua base, cioè l'ossigeno con il corpo combustibile, vien esso calorico reso libero, ecc: 2.° nella combinazione coll'idrogeno, base dell'aria infiammabile (quando trovandosi questa mescolata ad aria respirabile, si viene ad accenderla), al quale idrogeno unendosi strettamente l'ossigeno, di cotest'aria respirabile pura con esclusione dell'uno e dell'altro calorico gasificante, forma acqua; 3.° in quelle con diversi metalli, con cui forma i diversi ossidi metallici: 4.° finalmente in alcune altre combinazioni, che dànno pure degli ossidi, e non degli acidi.

Ecco una bella e buona spiegazione, che si potrebbe dare, anche nel

Digitized by Google

supposto, che l'ossigeno de' moderni fosse per sè stesso un acido compito e potente, un acido, diciam così, eroico, del non comparire acide molte combinazioni nelle quali esso entra in dose quanto si voglia abbondante. Ma egli è assai più verisimile, più consentaneo ad una buona teoria l'altro supposto, l'opinione cioè espressa da LAVOISIER, e seguita come dicemmo da tutti comunemente i Fisici e Chimici della sua scuola, la quale riguarda l'ossigeno come elemento di molti acidi, e forse di tutti, non già come un acido per sè stesso, e a cui nulla manchi per esser tale. Or dunque secondo codesta opinione e teoria vi vogliono per la formazione di un acido qualunque due ingredienti, e due condizioni; un ingrediente comune, se non forse a tutti, a molti certamente, in ispecie agli acidi fosforico, solforico, carbonico, è appunto l'*ossigeno*, ossia principio acidificante; l'altro ingrediente è una base semplice, o composta *acidificabile*, cioè atta a venir modificata in guisa di vestire la natura, ed acquistare le proprietà di acido; seconda delle condizioni richieste, l'altra essendo quella della temperatura e circostanze favorevoli alla combinazione con essa base di detto ossigeno.

Questi pochi schiarimenti bastano a togliere le difficoltà ed obbjezioni messe in campo da V. S. Volendone di più soddisfacenti ancora e più copiosi li troverà nella *Filosofia Chimica* di FOURCROY già lodata, e vi troverà tutte le nuove teorie così ben fondate, e legate tra loro, ed esposte in maniera così luminosa, che anche i preoccupati da contrarie opinioni, e sistemi, se non sono ostinatissimi, debbono arrendersi. E vorrà dunque esserlo V. S. e combattere tali teorie, pretendendo con macchine così deboli, come sono gli argomenti che impiega di abbattere un sì forte, e bell'edificio?

Non dirò io già, che siano tutte verità evidenti; molte però lo sono dedotte immediatamente da fatti incontestabili; altre sono ipotesi, che hanno per lo meno a loro favore grandi probabilità; alcune finalmente semplici opinioni verosimili, le quali se anche non fossero vere, e dovessero cadere, lascerebbero nulladimeno sussistere i fondamenti e la fabbrica principale di tali teorie, ad appoggiare le quali teorie concorrono tanti fenomeni sì generali, che particolari, molti ne derivano spontaneamente, niuno apertamente vi si oppone, o fa contrasto, anzi tutti si conciliano a meraviglia; onde vi è anche dippiù di quello che vuole la sentenza di CHAPTAL, ch'Ella cita, e di buon grado accorda, cioè che *quando si vedono tutti i fenomeni a riunirsi, e ad inclinarsi ad una teoria, quest'è l'espressione, e il linguaggio della Natura.*

Mi sono abbastanza esteso, ed anche troppo per mostrare che non curandosi Ella di fare sperienze, e vedendo male quelle degli altri, non distinguendo le migliori, nè sapendole apprezzare, non ravvisando le conseguenze che giustamente se ne derivano, / ne deducono, ovver facendone poco ovver niun conto;

Digitized by Google

d'altra parte intendendo male ancora le teorie de' moderni, e più malamente applicandole, interpretando stortamente or questa or quella proposizione, con affibbiar loro al dippiù opinioni che non hanno, credendo di scoprire incongruenze, assurdità, e contraddizioni, che non vi si trovano, non può essere che un cattivo censore e giudice ancor più cattivo delle teorie medesime, le quali viene quindi a combattere nell'opera sua voluminosa con un nembo di obbjezioni, se non tutte nella maggior parte deboli, inette o futili, o fallaci, di ragionamenti ideali, confusi, ed equivoci di falsi supposti, di ripetizioni e spesso di contraddizioni dal che ne risulta una confuzione di cose, un chaos. Invero oltre gli errori, le futilità, le fallacie rilevate fin quì tant'altre ve ne sono, tante cose s'incontrano ad ogni passo le quali urtano ed offendono in questa sua pretesa *Confutazione de' sistemi adottati nelle Scienze Fisiche*, ed *Etiologia* che niuno può inoltrar molto nella lettura senza sdegnarsi, e gettar il libro: anche perchè non vi si vede ordine e metodo, niuna marcia regolare, ma tutto vi va a salti, e fuor di sesto; cosicchè questa sua Etiologia e pretesa confutazione è piuttosto una confusione, un ammasso disordinato di cose, un impasto mal cotto che il migliore stomaco non può digerire, un vero guazzabuglio. Io però vuo' seguirla tal lettura con pazienza poco per volta come potrò; e terminata questa prima sezione, che pur forma un grosso volume, con qualche maggiore spirito infusomi dalla curiosità leggerò la Sezione seconda; che sta, conforme mi avvisa, per sortire alla luce, e in cui Ella, come dice, espone il sistema suo proprio in sostituzione di quelli, che ha dovuto rigettare.

Intanto mi perdoni la libertà, che mi sono preso di farle una sì lunga predica, e ne approfitti se crede. Non l'avrei fatta se non avessi concepita allorchè feci conoscenza colla sua persona e non nutrissi per lei stima ed amicizia; e se non ardessi di qualche zelo per l'avanzamento delle Scienze Naturali, specialmente delle Fisico-chimiche, il quale zelo mal soffre che si cerchi di detrarre allo splendore della più bella, più plausibile, e feconda teoria, d'impedirne, od arrestarne comechesia i progressi, di trattenere o sviare dal buon sentiero i giovani ben avviati col gettarvi innanzi a' loro piedi spine e frasche, coll'involgerli in oscurità, e dubbi imbarazzanti senza fine cui non ben franchi, e non ancora appieno istrutti ed agguerriti non possono per avventura superare. Tale è l'effetto che temo dalla di lei Opera se avviene che sia letta da questi pusilli, e dai proseliti che le nuove dottrine vanno tuttodì acquistando, giacchè i ben fondati, e rinfrancati nelle medesime senza essere Atleti, ed anche solo gl'istrutti a sufficienza, non hanno nulla a temerne da siffatte dubbjezze oscurità ed imbarazzi — che facilmente possono essi sgombrare, sventando tutta quella nube di obbjezioni ch'Ella ha mosso, e che non è che polvere e nebbia.

Sono coi sentimenti dell'indicatale stima ed amicizia

Digitized by Google

Dalla mia villeggiatura di Campora, Comune di Camnago, presso Como li 30. giugno 1808 [1].

---

[1] *La penultima pagina di G* 47 β *presenta la seguente nota, posta senza un richiamo:*

« Sarò comparso per avventura troppo severo, troppo acerbo e pungente in questa mia critica; ma Ella ha mostrato un'arditezza molto più presuntuosa e ci ha offesi il primo altamente, facendo eco nel chiudere questo suo primo volume a quell'epifonema insultante pronunciato già dal Ginevrino Sofista ROUSSEAU: *Le dotte Società di Europa non sono che pubbliche scuole di menzogna.* Certo esse non han bisogno di un tal riformatore ».

Nell'ultima pagina di G 47 β *si trovano pure i seguenti periodi, che si presentano come una seconda redazione dell'ultima parte della precedente nota:*

« ma ella ci ha provocato ad un giusto risentimento, col temerario assunto presosi di confutare i Sistemi adottati nelle Scienze Fisiche, e ciò non in uno od altro articolo, il che sarebbe pur tollerabile, ma nella totalità, in tutto il loro complesso, e ci ha poi vieppiù offesi con quella franchezza presuntuosa con cui chiudendo questo suo primo volume, si compiace di far eco a quel rabbioso ed insultante epifonema del Ginevrino Sofista e Misantropo ROUSSEAU, *Le dotte Società di Europa non sono che pubbliche scuole di menzogna.* Oh, vedete qual egregio riformatore sorge oggi nel D.re Giampietro Pietropoli ad iscoprire e dissipare tali menzogne ed errori a portar la luce della verità! e farla brillare agli occhi de' creduti sapienti e degl'ingannati mortali! Oh sorte, oh, portento! ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Digitized by Google

CXXXVII.

LETTERA
AL CANONICO NICOLA VENINI
SULLA POSSIBILITÀ DI UNA ACCENSIONE SPONTANEA

14 Dicembre 1809.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Pinto. La mente di A. Volta (Roma, 1874), pg. VII. Milano, 1810, presso Giov. Bianchi.	Cart. Vol.: **G 49.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO:
DATA: da G 49.

G 49: è l'autografo della lettera, in data 14 dicembre 1809, inviata dal V. al Can. Venini: questa lettera, della quale si dà la parte scientifica, fu pubblicata nel 1810 in Milano (presso Giov. Bianchi), ed indi nel 1874 in Roma (dal prof. Pinto).

Digitized by Google

Digitized by Google

Cart. Volt. G 49.

Stim. Sig. Can.co

Milano 14. Xbre 1809.

Mi è arrivata tardi la sua graziosa Lettera de' 25. 9bre, e molto ancor io ho tardato a risponderle, non per sola pigrizia, ma per varie distrazioni ne' primi giorni dello stabilimento mio colla famiglia in Milano, e perchè ho voluto prima leggere l'opuscolo del PORATI [1], sul quale Ella chiede il mio sentimento, e sopra la possibilità della pretesa accensione spontanea.

Le dirò dunque, che la cosa è possibile, possibilissima, essendosi scoperte in questi ultimi anni oltre le già note materie, che ammucchiate si riscaldano fermentando, e prorompono talvolta in fiamma, come il fieno, le granaglie, le piriti, il carbon fossile, altre sostanze e miscugli, che non si sarebbe creduto, segnatamente l'olio impastato con fuligine, i cenci sporchi, o inzuppati di grasso sudiciume, gli avanzi d'erbaggi cotti, ed altre immondezze, alcuni letami ecc. Di tali accensioni spontanee ne sono accadute naturalmente, e si sono ripetute anche artificialmente con apposite esperienze.

Gli è vero però, che avvengono assai di raro; onde nel caso riferito dal PORATI è molto più probabile che l'incendio siasi destato come nella massima parte di simili accidenti da fuoco appiccatosi per inavvertenza a qualcuna delle varie materie combustibili, che si trovano nelle stanze descritte. Questo è caso facilissimo a succedere e purtroppo frequente, quello rarissimo, e difficilissimo, richiedendosi molte circostanze cospiranti perchè riesca; onde io non crederò mai che sia il caso, se non quando mi venga dimostrato, che nessuna bragia, nessun lume acceso, nè scintilla siansi approssimati ai combustibili esistenti nel luogo, o lì vicino.

Che se verificata a rigore la mancanza di qualsiasi fomite esterno fossi obbligato ad ammettere, che veramente spontaneo, e per interna azione è stato l'accendimento, non vorrei già ricorrere, come fa il PORATI al supposto svolgimento di *gas idrogeno fosforato* (aria imfiammabile pregna di fosforo, la quale s'accende da sè al solo contatto dell'aria atmosferica), fenomeno ch'è ancora

[1] « *Della possibilità di una accensione spontanea* ». *Memoria di Antonio Porati* (*Milano presso Giuseppe Masspero*, 1809). [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

molto più raro che accada, e forse solo si verifica ne' fuochi fatui de' Cimiterj, o in qualche esplosione accaduta allo scoperchiarsi di alcun sepolcro, o latrina.

Un caso più straordinario, e sorprendentissimo, di tal genere è quello avvenuto ad un Prete in Dalmazia, il quale eruttò dalla bocca un *gas*, che spontaneamente deflagrò una vera fiamma bruciante. Una bella descrizione di codesto fenomeno stampata da un Medico Toscano in una lettera a me diretta pochi anni sono, e la mia risposta [1] fanno vedere, che cotal *gas* eruttato non potè essere altro che *gas idrogeno*, ossia infiammabile, se non in tutto, in parte almeno *fosforato*, e spiegano per tal maniera come siano potute avvenire le combustioni spontanee di alcune persone, come fu di quella Dama cesenate, che riferisce il marchese MAFFEI. Ma, torno a dire, questi, e simili casi in cui si svolge naturalmente *Gas idrogeno fosforato*, e questo si raccoglie in quantità da prorompere in larga fiamma, e portare incendio, sono tanto rari, che non si vogliono ammettere se non quando la cosa è evidente, e l'accensione anche spontanea non può spiegarsi altrimenti. Or quando s'accendono da sè il fieno ammassato, le piriti umettate, la fuligine impastata d'olio, i cenci sudici, ammucchiati, ecc. non vi è certo svolgimento di *Gas fosforato*, non contenendo tali materie il fosforo; evvi interna fermentazione, riscaldamento graduato, il quale giunge nelle circostanze favorevoli al segno di deflagrare: ed ecco la spiegazione più semplice e piana.

Ma al sig. PORATI piace più di salire colla chimica in apparenza più sublime al *gas idrogeno fosforato* di GENGEMBRE. Io all'incontro nel caso da lui riferito e descritto non voglio neppure ricorrere ad alcuna delle altre accensioni spontanee più conosciute, e mi attengo ai casi purtroppo frequenti d'incendj eccitati con fomite estraneo accostato inavvertitamente, o maliziosamente. Ad ogni modo convengo della possibilità del fenomeno; tanto più, che si van sempre scoprendo nuove materie, che ammassate e mescolate producono talvolta di cotali accensioni spontanee.

Eccole, Sig. Can.°, la mia opinione, che potrà comunicare al Sig. avv. don GIORGIO MANZI, e a chi le piace [2].

Sono con particolare stima ed amicizia

Suo Div.^{mo} Obbl.^{mo} Servitore
ALESSANDRO VOLTA.

Al M.^{to} Rev.^{do} Signore
il Sig. Can.^{co} NICOLA VENINI
Como per
GRAVEDONA

[1] *Vedasi il N.* CXXXV *di questo Volume.* [*Nota della Comm.*].

[2] *Nel Mns. seguono, a questo punto, parole di complimento, indi la chiusa.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

CXXXVIII.

RELAZIONE

SU DUE MEMORIE DI CHIMICA

4 Giugno 1812.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt.: L 32; **L 32 bis.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: in margine al Mns. L 32 bis, trovasi la seguente indicazione, non di mano del V.: «Letto nell'Ad. de' 4 Giugno 1812 dal S.r Conte Volta».

L 32 bis: è la recensione autografa di due memorie di Chimica stampate in francese: questo Mns. insieme ad altri Mns. d'uomini illustri, era stato inviato alla Corte di Vienna il 26 Aprile 1830, e nel 1923 fu restituito al R. Ist. Lombardo, presso il quale conservavasi copia dello stesso Mns. voltiano.

L 32: è una prima redazione autografa di una parte di L 32 bis.

Digitized by Google

Digitized by Google

Cart. Volt. L 32 bis.

Egregio Presidente, e Colleghi prestantissimi.

Fra gli altri libri mandati recentemente in dono a questo R. Istituto da' loro autori, de' quali voi ci avete incaricati di rendervi conto, crediamo che meritino una distinta onorevole menzione due operette dirette alla Classe delle Scienze Fisiche e Matematiche, il titolo delle quali, a cui corrisponde compitamente il soggetto, è per la prima = *Analyse des eaux sulfureuses d'Aix-la-Chapelle par* G. REUMONT *Docteur ecc. et* J. P. J. MONHEIM *Pharmacien* ecc. 1810. = dedicata al celebre Chimico VAUQUELIN: per la seconda = *Analyse des eaux thermales de Borcette, suivie de l'examen du gas azote sulfuré, ecc. par* J. P. J. MONHEIM ecc. 1811. = dedicata al grande naturalista Conte di LA CEPEDE.

Uno de' maggiori elogi, che possa farsi di queste due operette, è il dire, che in poche pagine, cioè 51. l'una, l'altra 60. di picciolo ottavo, contengono assai più osservazioni, sperienze, e dottrine chimiche, che molti de' libri voluminosi, che si pubblicano alla giornata. In generale ancora oso avanzare che tra le molte analisi di acque minerali state pubblicate in ogni tempo niuna è comparsa più compita ed esatta di queste, tal che non esiterei a proporle per modello di simili indagini, che sono certamente delle più difficili e delicate in tutta la Scienza chimica.

Discendendo poi al particolare vedrem tra poco, che oltre tali pregi, con quel processo di sperimentare giudizioso, fino, e regolare dai nostri autori costantemente seguito, col più rigoroso criterio delle esperienze stesse, e delle teoriche applicate, son giunti a delle scoperte molto importanti.

Or qual sia tale processo, e quale il tenore delle operette, che abbiam tra mano, vengo ad esporvelo per quanto posso brevemente, scorrendo un dopo l'altro gli articoli di esse.

Comincia la prima con una breve Topografia della città d'Acquisgrana (Aix-la-Chapelle), aggiungetevi delle osservazioni geologiche brevissime. Si

Digitized by Google

accennano quindi le proprietà fisiche di quelle acque minerali, cioè la temperatura, il peso specifico, l'odore, e il sapore.

Premesse queste osservazioni generali ed ovvie, si viene all'esame chimico più sottile ed accurato. E prima si esplora diligentemente l'azione dei così detti *reattivi* sopra tali acque, ad oggetto di scoprire quali sostanze, saline, terree, metalliche, gazose contengano; e sono codesti reattivi adoperati dai nostri autori, onde accusare la presenza di tale o tal altra sostanza, in gran numero, e in varie maniere onde vengono cimentati; cioè:

1.° Varj metalli, argento, oro, rame, ecc. che esposti ai vapori di quelle sorgenti sulfuree si offuscano, prendono diversi colori, segnatamente l'argento pulito, che passa al bruno con delle macchie porporine, e nere.

2.° Il mercurio, che agitato per qualche tempo con quell'acqua recentemente cavata dalla sorgente si copre d'una pellicola nera.

3.° La tintura di Turnesole, che versata in tale acqua attinta pur di fresco arrossa all'istante.

4.° La carta tinta col fernambuco, che prende un color violetto, e il siropo di viola, che passa al verde.

5.° L'acido sulfurico, che ne svolge dal gas acido carbonico e ne precipita dalla terra selciosa, e l'acqua poi evaporata depone oltre la selce del solfato di calce.

6.° Gli acidi nitroso, solforoso, arsenicale, nitrico, e muriatico, che versati nell'acqua cavata recentemente ne svolgono pur essi del gas acido carbonico; ma, fuori della selce messa a nudo, non vi si forma alcun altro precipitato.

7.° L'acido muriatico, o l'acetico, che accostati in qualsisia modo all'acqua non fan comparire que' vapori bianchi, che si osserverebbero se vi si trovasse dell'ammoniaca libera.

8.° La soluzione spiritosa di sapone, che rende lattiginosa quell'acqua minerale.

9.° L'acqua di calce, che versatavi in quantità sufficiente vi produce al momento un precipitato abbondante.

10.° L'acido ossalico, o meglio l'ossalato d'ammoniaca, che vi formano un precipitato indissolubile dall'acido nitroso.

11.° L'acqua di barite, e il suo muriato, che versati in quell'acqua cavata di fresco, vi formano un precipitato, di cui una parte è dissolubile, l'altra indissolubile nell'acido nitrico.

12.° I solfati, e nitrati d'argento, che versati in essa acqua recente vi producono de' precipitati, di cui una parte è disciolta dall'acido nitrico.

13.° L'ammoniaca caustica, che rende tal acqua dopo qualche tempo opalina, mette a nudo della selce, ecc.

14.° Il solfato di magnesia, che vi fa nascere un precipitato assai abbondante.

Digitized by Google

15.° L'alcool gallico, il succinato di soda; e il solfuro d'ammoniaca idrogenato, che non producono in quell'acqua alcun cangiamento.

16.° I prussiati di potassa, e di calce, i quali non esercitano la minima azione sopra tal acqua minerale saturata dall'acido nitrico; come nè pure la noce di galla in natura.

17.° Finalmente il muriato di platino, che fa lo stesso.

Indicati così gli effetti ottenuti col mezzo degli indicati reattivi, con variarne anche il modo di cimentarli, ecco ciò che ne deducono i lodati autori: « Di queste prove preliminari (dicon essi) la 1.ª e 2.ª indicano nell'acque « minerali di Acquisgrana di fresco cavate la presenza di un *gas solforato*.

« La 2.ª dimostra l'assenza dello zolfo in queste medesime acque, spo- « gliate che siano dal gas.

« La 3.ª 5.ª 6.ª 9.ª 11.ª 12.ª 13.ª e 14.ª annunziano nell'acqua attinta « di fresco la presenza dell'*acido carbonico*.

« La 4.ª vi scopre la presenza di un alcali.

« La 5.ª quella della selce, e della calce.

« La 6.ª ci svela nel medesimo tempo la presenza della selce, e l'as- « senza assoluta del gas idrogeno solforato.

« La 7.ª ne esclude l'ammoniaca.

« La 8.ª vi prova la presenza di sali terrei.

« La 10.ª quella della calce.

« La 11.ª e 12.ª quella di un solfato.

« Ancora la 12.ª quella di un muriato.

« La 13.ª quella della magnesia, e l'assenza necessaria dell'allumina; « della glucina, dell'ittria, della circonia, della barite, e della stronziana.

« La 14.ª la presenza di un carbonato alcalino.

« La 15.ª e 16.ª l'assenza del ferro.

« E finalmente la 17.ª unita alle sperienze, colle quali fu dimostrata « l'esistenza d'un alcali, la presenza della soda; e l'esclusione totale della « potassa, e dell'ammoniaca ».

Ecco dunque l'enumerazione distinta e precisa, che ci danno i lodati autori delle sostanze scoperte in quelle acque col criterio il più sicuro ed immancabile dei migliori reattivi, che la Chimica conosca: « contengono esse, (così « conchiudono) un gas solforato, e il gas acido carbonico in istato di svolgi- « mento continuo; gli acidi carbonico, muriatico, e solforico in istato di com- « binazione; poi della soda, della calce, della magnesia, e della selce ».

Se però valgono le indicate prove coi reattivi per accusare la presenza di tali e tali sostanze, e l'assenza di altre, ed anche a dare un'idea all'ingrosso delle rispettive quantità, certo non bastano a determinare le giuste dosi e proporzioni. Per giugnere a ciò, ed ottenere una sufficiente precisione convien istituire altra analisi chimica più fina, ed è questa che i nostri au-

Digitized by Google

tori hanno puntualmente eseguita con nuove sperienze le più accurate, impiegando l'evaporazione fino all'essiccamento, le lavature, e soluzioni dei residui, con acqua, con alcoole, filtrazioni, distillazioni, le combinazioni cogli acidi sulfurico, nitrico, ecc. l'azione di bel nuovo di tale o tal altro reattivo, come il nitrato d'argento, rilevando sottilmente il peso e il volume, la forma ed aggregazione, la cristallizzazione, la volatilità ecc. d'ogni singola sostanza. Tutto ciò ci vengono essi esponendo in succinta, ma chiara maniera ne' susseguenti articoli in un col risultamento finale di siffatta analisi compita, la quale ci dà, che in un chilogramma (ossia mille grammi) di tal acqua minerale si contengono

Di Carbonato di soda	0,5444.	grammi.
Muriato di soda	2,9794.	
Solfato di soda	0,2637.	
Carbonato di calce	0,1304.	
Carbonato di magnesio	0,0440.	
Selce	0,0705.	
Gas solforato	28,5410.	pollici cubici
Gas acido carbonico	18,0590.	

Osservano poi, che quantunque molti autori dicano d'aver trovato nel residuo di quelle stesse acque termali una sostanza resinosa, essi REUMONT, e MONHEIM non han potuto scoprire nulla di simile con alcuno de' loro saggi.

Gli articoli che sieguono si intitolano:

Esame chimico particolare dei gas contenuti in tali acque.

Risultato dell'esame chimico del gas solforato contenuto in esse.

Sua natura, e sue proprietà.

Osservazione fornita dalla 6.ª *proprietà del gaz azoto solforato: Annunzio di un processo, col quale il Sig.* WESTRUMB *dice di aver ricevuto un gas solforato analogo a quello sviluppato dalle nostre acque.*

Sperienze fatte a quest'oggetto.

Risultamento di queste sperienze, e proprietà del gas ottenuto dal processo del Sig. WESTRUMB.

Conclusione cavata dal risultamento di queste sperienze.

Ora in questi articoli ci si presenta una grande scoperta, e molto importante, qual è quella di un gas solforato, che ha per base non già l'idrogeno, come si truova nelle acque sulfuree comuni, ma bene l'azoto; del quale gas azoto solforato pochi anni sono non si aveva alcun'idea, e neppur oggidì si sa produrre artificialmente tale gas, almeno non pare che sia stato prodotto affatto simile a quello di cui si tratta (e i nostri autori apertamente il negano), quando il gas idrogeno solforato, da lungo tempo conosciuto, come tutti gli altri gas pur conosciuti, si imitano perfettamente.

Digitized by Google

A dir vero non furono i due lodati autori i primi, o i soli ad iscoprire, che a differenza delle altre acque sulfuree, le quali contengono, ed esalano, come si sa, *gas idrogeno solforato*, alcune segnatamente quelle di Aix-la-Chapelle, contengono invece quest'altre non prima conosciute, cioè *gas azoto solforato*, non furon, dico, i prefati REUMONT, e MONHEIM nè soli, nè i primi ad iscoprire in tali acque cotesto gas. Nel Dizionario di Chimica di KLAPROTH e WOLF tradotto dal tedesco in francese dai sigg. BOUILLON LA GRANGE e VOGEL, e pubblicato pure nel 1811. all'articolo *solfo* leggo in una nota dei traduttori: « il solfo ha la proprietà di unirsi all'azoto, donde risulta un gas, « a cui si è dato nome di gas azoto solforato. Questo gas fu trovato da GIM- « BERNAT chimico spagnuolo nelle acque minerali di Acquisgrana, e dal pro- « fessore SCHAUB nelle acque sulfuree di Neundorf presso Annover. Questo « gas, che SCHAUB ha svolto dalle acque di Neundorf aveva i caratteri se- « guenti, ecc. ». Giova osservare, che i caratteri ivi riportati (nella citata nota cioè del Dizionario di Chimica) se non sono tutti, sono in gran parte quelli stessi che ne danno i nostri due autori nelle loro analisi delle acque di Aix-la-Chapelle, e di Borcette, che abbiamo sott'occhio. Ritornando alla quale nota continua essa così: « Più recentemente un chimico vantaggiosamente « conosciuto il Sig. MONHEIM, ha fatto in compagnia del Sig. REUMONT una « nuova analisi delle acque minerali d'Aix-la-Chapelle: questi chimici attri- « buiscono al gas azoto solforato, che hanno sciolto dall'acqua i caratteri se- « guenti ecc. Il Sig. LAUSBERG farmacista di Acquisgrana ha recentemente con- « fermato tutto ciò, che i chimici citati hanno avanzato intorno al gaz azoto « solforato: la sua distribuzione ci è pervenuta ulteriormente, essa merita egual- « mente di essere consultata per i detagli nei quali è entrato sopra l'analisi « dell'acqua di Aix-la-Chapelle, e di Borcette ». Fin quì la citata nota del Dizionario di Chimica.

Non debbo finalmente tralasciar di dire, che tale scoperta cogli estratti delle indicate opere trovasi pure riportata negli *Annales de Chimie* Tom. 62. e 76. e nel Giornale Tedesco di Chimica e Fisica di GEHLEN Tom. V.

Checchè sia però dell'anteriorità riguardo allo scoprimento del gas azoto solforato in questa od in quell'acqua minerale, debbesi senza contrasto agli autori delle due operette su cui ci tratteniamo la più esatta descrizione di tale gas veramente singolarissimo, e dirò quasi paradosso, non sapendo noi concepire onde origin abbia l'azoto in tali acque, ch'è principio proprio e particolare delle sostanze animali: a loro debbesi l'esame il più accurato delle sue proprietà, ed il confronto con quelle dell'altro gas sulfureo più comune e conosciuto. In prova di che basta paragonare i caratteri, che a questo gas azoto solforato hanno attribuito i sopracitati SCHAUB e GIMBERNAT, con quelli con tanta maggior precisione assegnati dai nostri REUMONT e MONHEIM. Eccoli quali ci vengono esposti da quest'ultimo nella sua analisi

Digitized by Google

più completa delle acque termali di Borcette poco distanti da quelle di Acquisgrana, e presso a poco della stessa natura, dietro gli articoli intitolati:

Esame chimico del gas solforato, che mineralizza le acque termali di Acquisgrana.

Primo metodo impiegato per ottenere questo gas.

Prova della presenza dell'azoto in questo gas per le proprietà, che vi si riconoscono.

Saggi fatti per provare se vi è dell'idrogeno in questo gas.

Prima prova dell'assenza dell'idrogeno.

Prova incontrastabile della presenza dell'azoto per la formazione dell'acido nitrico. Sappiamo infatti che l'azoto è base di tal acido.

Seconda prova dell'assenza dell'idrogeno.

Prove, che nel miscuglio gazoso sviluppato dalle sorgenti sulfuree, di cui si tratta, il solfo non può essere unito che all'azoto.

Secondo metodo impiegato per ottenere il gas azoto solforato.

Natura, e quantità dei gas sviluppati da una quantità determinata di acqua minerale per mezzo dell'ebollizione.

Proporzione di questi gas.

Analisi del gas azoto solforato.

Risultamento di quest'analisi.

Proprietà del gas azoto solforato.

1°. Questo gas è permanente, e senza colore.

2°. Il suo peso specifico è a quello dell'acqua come 0,00165. a 1,00000.

3°. Il suo odore è solforoso, ma meno disaggradevole che quello del gas idrogeno solforato.

4°. Il suo sapore è nauseoso, e si accosta a quello delle uova covate.

5°. Esso spegne la fiamma delle candele, e fa cadere gli animali in asfissia.

6°. Mescolato in una campana col doppio in volume di gas ossigeno, viene in capo di sei settimane decomposto. Durante questo tempo l'ossigeno si unisce al solfo del gas azoto solforato, e lo trasforma in acido solforoso; dal che nasce una diminuzione di $^1/_6$ di volume dei gas, come pure lo scoloramento di una carta tinta dal turnesole esposta a questo miscuglio.

7°. Introdotto in qualsisia proporzione, e mescolato al gas ossigeno nell'Eudiometro di VOLTA, non s'infiamma dalla scintilla elettrica (come accade al gas idrogeno solforato), e neppure la più forte scarica elettrica produce nel volume di questo miscuglio gassoso una diminuzione subitanea: solamente quando si continuano cotali scariche per qualche tempo una diminuzione si manifesta poco a poco, e allora si forma dell'acido nitrico (altra prova incontrastabile della presenza dell'azoto), ed anche dell'acido sulfurico.

Digitized by Google

8°. Non si infiamma, nè detona quando mescolato col gas ossigeno gli si accosta un corpo infiammato.

Insomma non è punto infiammabile, questo gas azoto solforato, laddove il gas idrogeno solforato lo è, sebbene debolmente.

9°. Non viene in alcun modo cambiato nè dal gas idrogeno, nè dal gas carbonico.

10°. Mescolato col gas nitroso non divien punto rutilante. Inoltre non se ne precipita la minima porzione di solfo nè pel contatto di esso gas nitroso, nè quando si fa passare tal gas solforato attraverso gli acidi nitroso, solforoso, ed arsenicale: i quali non mancano mai di precipitare più o meno di solfo dal gas idrogeno solforato.

11°. Estratto dall'acqua minerale coll'ebollizione è solubile nell'acqua comune, la quale a 10. gradi del termometro di REAUMUR ne assorbe la metà del suo volume.

12°. Esso precipita il muriato d'oro in bruno grigio, il nitrato d'argento in un bel bruno marrone, il nitrato di rame in bruno grigio, l'acetato di piombo in bruno grigio d'un brillante metallico, che si cangia in seguito in grigio nerastro, il muriato sopraossigenato di mercurio in un bel bianco, il muriato d'antimonio in giallo rancio, il nitrato di bismuto in rosso bruno, e il muriato d'arsenico in un bel giallo. Del resto non agisce nè sopra i muriati di platino, di ferro, di stagno, di manganese e di cobalto, nè sopra i nitrati di Nikel, d'Urano e di Titano, nè finalmente sopra il solfato di zinco.

13°. Egli si unisce alla potassa, alla soda, alla barite, alla stronziana: con questa unione si formano dei composti, che trattati coll'acido nitrico concentrato non isvolgono la minima traccia d'idrogeno.

14°. Egli si decompone quando lo si fa passare attraverso l'acido nitrico concentrato: con ciò se ne separa una picciolissima quantità di solfo, la quale però non tarda molto a scomparire, attesochè estremamente diviso questo solfo passa, per l'azione dell'acido nitrico, allo stato di acido sulfurico. Il gas poi, che resta dopo questa prova non è che gas azoto mescolato con una picciolissima quantità di gas nitroso.

15°. Introdotto in una campana ripiena d'acqua bollente con un volume eguale di gas ossimuriatico, vien egli decomposto; il solfo si trasforma in acido sulfurico, e il volume dei gas è diminuito di $^1/_6$.

Da tutti questi saggi, e prove variate è talmente messa in chiaro la natura, e la proprietà del gas solforato, di cui si tratta, di cui cioè son pregne le acque analizzate dai nostri autori, che non può rimanere più dubbio sulla presenza dell'azoto, che ne costituisce la base, e l'assenza assoluta dell'idrogeno, riconosciuto da gran tempo per base dell'altro gas solforato comune a tante altre acque minerali. Tale scoperta corredata da tali e tante prove

Digitized by Google

forma veramente il principal merito dei due opuscoli, di cui mi sono incaricato di rendervi conto, Colleghi stimatissimi; ma già avete potuto rilevare dall'estratto, che son venuto facendone gli altri pregi di tali operette, la copia di osservazioni, di scelte sperienze, e di dottrine chimiche contenute in libri di così picciol mole, l'ordine, e il metodo tenuto in tante, e sì variate ricerche conducenti ad una veramente esatta e compita analisi di tali acque, che son quelle di Acquisgrana (Aix-la Chapelle), e de' contorni, particolarmente di *Borcette*, fra le quali la sorgente nominata *Poken Brunken*, la fontana, che serve per le bibite, la sorgente chiamata *pozzo caldo*, o fontana bollente, e in fine le acque non sulfuree nelle stesse vicinanze, che danno un altro gas, il quale non è nè gas idrogeno solforato, nè gas azoto solforato, ma invece gas azoto semplice: nuovo accidente, altra particolarità e scoperta rimarcabilissima.

Tralascio, accostandomi al termine di questo estratto, che vi parrà già forse troppo lungo, l'articolo intitolato *Teoria sulla formazione delle nostre acque termali*, in cui confessano ambedue gli autori REUMONT e MONHEIM d'ignorare perfettamente il processo tenuto dalla natura nella produzione singolarmente di quel gas azoto solforato, che differenzia cotanto siffatte acque dalle altre acque sulfuree conosciute, e cui niun Chimico è giunto ancora ad imitare coll'arte: confessano, dico, modestamente tal ignoranza; e solo con molta riserva propongono qualche ipotesi dietro alcune nuove viste del grande e tanto in oggi rinomato chimico inglese DAVY, che porterebbero a considerare l'azoto per un composto di ossigeno e di idrogeno.

Avrei voluto tralasciare anche l'ultimo articolo, che s'intitola *Delle proprietà medicinali delle acque sulfuree di Aix-la-Chapelle*, il quale, se può parere il più importante ai Medici, e a coloro che credon molto alla Medicina, a quelli particolarmente, cui vengono prescritte, spesso più per disimpegno, che per conosciuto bisogno, o sperato vantaggio tali o tali altre acque minerali, ed in ispecie coteste tanto celebrate di Acquisgrana; se può, dico, sembrare codesto articolo delle proprietà medicinali di esse acque il più importante ai medici, ed agli ammalati, che con maggior fiducia ancora vi ricorrono, poco interessa il Fisico ed il Chimico, che cercan solo di arricchire la loro Scienza tanto più certa e fondata, di cognizioni e fatti pur certi e sicuri. Avrei voluto sì tralasciare del tutto cotal articolo delle virtù medicinali; ma pure convien fare qualche parola anche di questo, per compire il propostomi transunto.

Dirò dunque, che poche cognizioni, ma accertate e sicure, una o due scoperte reali in Fisica e Chimica, son veri guadagni, avvegnacchè nulla abbiano di strepitoso ed imponente. Che quand'anche a prima giunta non presentino altra diretta immediata utilità, quella almeno apportan sempre di far fare progressi alla Scienza. Ecco perchè ho creduto dover fare sì gran

Digitized by Google

conto dei fatti e ritrovamenti anche piccioli in apparenza, ma istruttivi e preziosi per la Chimica, contenuti nelle operette di REUMONT, e MONHEIM. Fatti più grandi, e più strepitosi risultamenti, e più direttamente utili ci pone in vista la Medicina, vantandoci a cielo le acque termali, di cui si tratta; ma sono poi egualmente accertati e sicuri? Vengono esse commendate in un gran numero di malattie croniche complicate ed ostinate, in quasi tutti i mali cutanei, nelle ulceri inveterate di differente natura, nello scorbuto, la atrofia, e le paralisi, che ne sono spesso la conseguenza; nelle malattie del sistema linfatico, l'induramento delle glandole, i tumori delle articolazioni, il condensamento del tessuto cellulare, la cachessia scrofolosa, le affezioni artitiche e reumatiche, ecc. A questi già tanti, vien dietro una coorte di altri mali, l'enumerazione dei quali, fatta anche dai nostri due Chimici, occupa più pagine. Non credo però, ch'essi ripongano tanta confidenza nelle tante, e sì decantate virtù mediche di quelle acque, quanta nei fenomeni ottenuti, e nei loro ritrovamenti coll'analisi chimica sì bene istituita. L'impegno di mantenere il credito, di cui godono da tanto tempo quelle acque, ed accrescerlo anzi, li avrà indotti ad accordare loro troppo, ad assegnare alle medesime un posto fra i rimedj i più efficaci, come s'esprimono, e la preminenza sopra tutte le acque sulfuree conosciute. Credono poi, che cotal efficacia maggiore provenga dallo solfo tenuto in soluzione dal gas azoto, anzi che dal gas idrogeno, giusta la scoperta, di cui ci siamo trattenuti a lungo.

Ma spiegano essi forse, e gli altri medici encomiatori intendon punto, come agiscano nell'economia animale i gas solforati, come operino questo o quell'ingrediente di cotali acque, sia particolarmente, sia tutti insieme? Lo intendono, lo spiegano in maniera chiara e precisa? Anzi non ci dànno che spiegazioni vaghe, teoriche, per lo più immaginarie, e quindi poco o nulla istruttive. Altronde molte delle supposte virtù, se non tutte, si appoggiano a fatti, ed eventi quando accidentali, quando troppo complicati, ed anche talora non ben avverati, e però poco valevoli a ben accertare tali virtù. Conchiudiam dunque, che quanto ci presentano di vere e preziose cognizioni scientifiche i sigg. REUMONT e MONHEIM colle analisi chimiche da essi istituite delle acque minerali di Acquisgrana e dei contorni, in tutti gli articoli risguardanti la Chimica, altrettanto non dirò inutili affatto, ma poco istruttive, e di niun vero e reale guadagno per le vere e reali Scienze, sono le cose che avanzano in quest'ultimo articolo, che tratta delle proprietà medicinali di esse acque.

Non vogliamo già noi negare, che possano essere e siano in molti casi veramente salutari; ma dei tanti vantati prodigi sì di queste, che di altre acque minerali, ci è lecito, anzi dobbiam molto, dubitare. Resta pertanto, che con maggiore riserva, e più rigoroso criterio dietro ad una lunga ed illu-

Digitized by Google

minata esperienza si fondi un imparziale giudizio, si fissi e stabilisca, rimossa ogni obbiezione ed incertezza quali siano di tali acque, le vere virtù specifiche; e queste si riducano al loro giusto valore sicchè finalmente accordandosi la pratica colla teorica convengano nell'ammetterle tutti i Fisici, e Chimici, e Medici, non che gli ammalati in conseguenza di riportate guarigioni non equivoche, e dovute evidentemente all'uso di tali e tali altre acque minerali.

Digitized by Google

STUDI

SU L'UNIFORME DILATAZIONE DELL'ARIA PEL CALORE E SU LE LEGGI RIGUARDANTI LE TENSIONI DEI VAPORI SATURI

Digitized by Google

Digitized by Google

CXXXIX.

LETTERA

A

FLEURIAN DE BELLEVUE

SULL'UNIFORME DILATAZIONE DELL'ARIA PEL CALORE

13 Giugno 1791.

FONTI.

STAMPATE.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: **E 21.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO:
DATA: da E 21.

E 21: è la minuta autografa incompleta di una lettera in data 13 giugno 1791, scritta dal V. a Fleurian de Bellevue: di questa lettera si pubblica solo la seconda parte, che riguarda l'uniforme dilatazione dell'aria, essendo la prima parte assorbita dalla lettera Cart. Volt. E 20, pubblicata nel N. LXIV del Volume quarto, ove venne citato anche E 21.

Digitized by Google

Digitized by Google

Cart. Volt. E 21.

à Pavie ce 13.^{me} Juin 1791.

Monsieur

.....

[1] Vous vous souviendrez donc, que pour cela je me proposois de faire une autre suite d'experiences, où l'air dilaté par la chaleur ne toucheroit point d'eau, et ne pourroit par conséquent recevoir de nouvelles vapeurs de celle-ci. J'allois essayer ces experiences en confinant l'air dans mon therm. de DREBBEL, par le mercure, lorsqu'il me vint dans la tête, que je pourrois aussi-bien me servir de l'huile. Je remplis donc d'huile de lin le bulbe et une partie du tuyau, qui est une espece de thermometre; après quoi l'ayant renversé j'y laissai entrer un volume d'air, qui occupoit justement 100. après quoi je le trempai à l'ordinaire dans l'eau froide a 0.; et j'eus la satisfaction de voir, lorsque je fis echauffer l'eau graduellement jusqu'à 75. d., que la dilatation de l'air enfermé par l'huile étoit tout-à-fait uniforme, et toujours de $^1/_{220}$ a peu-près par degré du thermometre R., pour les temperatures basses, de sorte que à la temp. de 75. d. l'air n'avoit augmenté que de 100. a 134. environ. Il est donc clair dans l'experience ci-devant, sur l'air en contact de l'eau, où à la même temperature, et même d'un degré inferieur, la dilatation etoit allée jusqu'à 500., que de tout ce volume l'air proprement n'en prenoit que 134. et que les 366. qui restent n'etoient formés que de la vapeur elastique de l'eau. On voit encore, que passé les 70. ou 71. degrés la quantité de vapeur elastique qui se forme pour chaque degré de chaleur est si grande, qu'elle va à $^1/_3$ du volume originaire de l'air, puisque du d. 71. à 74. il y a eu l'augmentation de 400. à 500. et davantage, l'air originairement ou à 0. étant 100.

---

[1] *La lettera incomincia coll'accenno alle esperienze compiute per lo studio delle proprietà elettriche della tormalina. Questa parte è svolta con maggior ampiezza di particolari in Cart. Volt. E* 20, *pubblicato nel N.* LXIV *del Volume quarto. Indi seguono in E* 21 *due periodi, le cui righe in parte cancellate si sovrappongono: questi due periodi non si pubblicano, essendo il loro contenuto assorbito dal resto della lettera.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

L'eau se transforme donc abondamment en vapeur élastique par une chaleur de plusieurs degrés inferieure à l'ébullition, sous la pression ordinaire de l'air; ce qu'on n'auroit peut-être pas cru. Oui, l'eau en contact de l'air; car sans ce contact, qui l'aide, c. à d. lorsque les vapeurs doivent se former au sein de l'eau même, et se frayer elles-mêmes le chemin se soulevant à travers l'eau en quoi consiste l'ebullition, elles ne peuvent vaincre la pression ordinnaire que cette eau supporte équivalente à 28. pouces de mercure, si elles n'ont atteinte, la temperature de 80. d. comme on sçait, et l'ebullition par conséquent n'a lieu qu'à ce terme. Mais c'est toute autre chose pour l'eau à la surface et en contact avec l'air: une moindre chaleur peut ici vaporiser l'eau et lui donner la forme elastique, en tant que cette vapeur, quoique comprimée par le même poids de la colomne atmospherique, peut sans la soulever entierement s'insinuer entre les particules de l'air, aidée par l'attraction de celles-ci, et s'y dissoudre. C'est ainsi que l'air s'oppose d'un coté à la transformations de l'eau en vapeur, et la favorise de l'autre: il s'oppose uniquement, sans la favoriser, à l'eau hors de son contact; opposition qui ne peut par conséquent être vaincue, que par l'effort d'une chaleur determinée, qui est le degré de l'ebullition toujours fixe sous une pression donnée: il s'oppose de même, mais la favorise d'un autre coté, et cela plus ou moins, à l'aide du contact et des affinités, en un mot de sa force dissolvante. Cette affinité, cette force dissolvante de l'air sur l'eau subsiste dans toutes les temperatures même les plus basses quoique toujours plus foibles: et comme dans la temperature même de la glace, et au dessous, il y a toujours assez de chaleur pour transformer l'eau et la glace elle-même en vapeur élastique dans le cas que nulle pression s'y oppose, comme il arrive dans le vuide; dans le cas ordinaire de la pression de la colomne atmospherique, la dite affinité ou force dissolvante de l'air envers l'eau est encore valable à la soulager pour ainsi dire de cette oppression, et à lui permettre de prendre cet état de vapeur auquel elle tend incessamment par la chaleur, entre de limites, pourtant, qui lui prescrivent le degré actuel de chaleur, et la *saturation* propre de toute dissolution. Ainsi par ex. un pied cube d'air [1], à la temp. de 10. d. au dessous de 0. pouvant tenir en dissolution suivante les exper. de Mr. DE SAUSSURE (Essays d'Hygrom.), 3,8. grains d'eau en etat de vapeur élastique, il en tient 4,7 : 5,8 : 7,2 : 8,9 : 11 : 13,6 : : 16,8 : 20,7: aux températures — 5 : 0 : + 5 : 10 : 15 : 20 : 25 : 30., et toujours beaucoup plus dans les temperatures plus hautes selon mes experiences; de sorte qu'à la temp. 60. il en contient déja à-peu-près la moitié de son poids, et à la temp. 74. environ deux fois et demi son poids. Elle n'est

[1] *Nel Mns. si trovano, poste in aggiunta fra le righe, le parole: « pesant grains ».* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

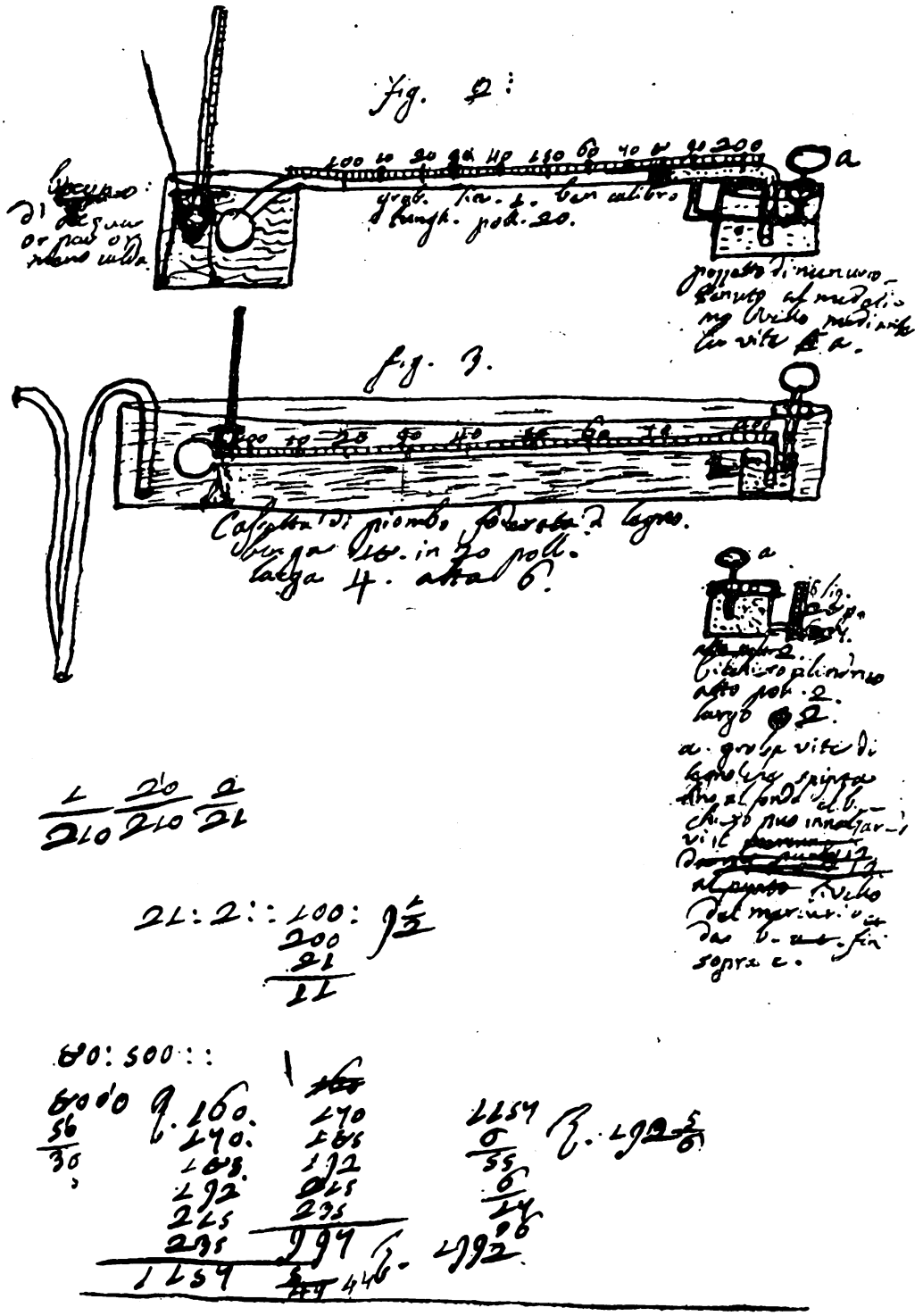
donc point illimitée cette production de vapeur elastique de l'eau en contact de l'air, quoique elle augmente en une grande proportion à mesure qu'on approche du terme de l'ebullition; ce n'est que lorsque la chaleur arrive à ce terme de 80. d. sous la pression ordinaire, que la production de vapeurs ne reconnoit plus de limites soit qu'elle se fasse en contact de l'air, ou hors ce contact dans le sein de l'eau même au fond du vase ec. voila alors la veritable ebullition, la quelle on a mal confondu avec la vaporisation ou conversion de l'eau en vapeur elastique, attendu, que celle-ci a lieu, quoique limitée à des temperatures inferieures, et plus ou moins à toute temperature. Les Physiciens avoient coutume de dire, que l'eau ne faisoit que se dilater, et ne changeoit point son état liquide par la chaleur jusqu'au 80.^{mo} degré; passé à peine lequel elle se transformoit en vapeur elastique. Cela est vrai pour l'eau au fond du vase, et pour toute la masse qui est hors du contact de l'air; il est vrai, dis-je, pour la formation des bulles qui doivent traverser l'eau, et causer le mouvement d'ebullition; parce que la pression à vaincre est determinée; mais ne l'est pas pour l'eau à la surface, qui commence à se transformer en vapeur élastique abondamment beaucoup plûtôt, c. à d. à 70. à 60. degrés, et moins abondamment, mais en quantité encore considerable à 50. et 40. et ne laisse pas d'en donner à un air qui n'en est pas saturé aux temperatures les plus basses, même au dessous de 0. R., quoique en quantité toujours plus petite. On s'étonnoit, et on avoit raison de s'étonner, de ce passage brusque de la simple dilatation de l'eau, à son expansion aeriforme; maintenant on conçoit qu'il y a encore ici progression, et une certaine loix de continuité pour ce qui est de la simple formation de la dite vapeur, puisque tout degré de chaleur en produit une quantité correspondente à son intensité, et au degré de liberté; car pour ce qui est de l'ebullition, la quelle ne consiste pas tant dans la formation de la vapeur élastique, que dans l'explosion des bulles de cette vapeur, entourées du liquide même et comprimées de tout le poids de la colomne atmosphérique on sent bien qu'un tel obstacle étant determiné il faut d'une force determinée précisément pour le vaincre, pour causer la dite explosion, et qu'il est par consequent necessaire, que la chaleur, d'où vient cette force, atteigne un degré determiné, sans quoi point de bulles dans la masse du liquide, point d'elancement de vapeur elastique à travers cette masse, point d'ebullition proprement dite, quoique le liquide même aille en se transformant en vapeur elastique à sa surface en si grande abondance, qu'il diminue à vue d'oeil.

Et ne dites pas, que ce ne sont point de vapeurs elastiques celles qui s'elevent de la surface, puisque on les voit nébuleuses [1].

[1] *Qui termina il Mns., su una pagina del quale si trovano le figure riprodotte nella tavola posta in corrispondenza a questo Numero.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Digitized by Google



Apparati usati dal V. per lo studio dell'uniforme dilatazione dell'aria (N. CXXXIX, pg. 325).
(*Da* Cart. Volt. E 21).

Digitized by Google

Digitized by Google

CXL.

LETTERA
AL SIG. D. SCASSO
A LONDRA
SULL'EQUABILE DILATAZIONE DELL'ARIA PEL CALORE

16 Giugno 1791.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt.: **H 18; H 17;** H 19 (bis).

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da H 18, ove il titolo pubblicato è preceduto dalle parole: « *Parag. di* ».
DATA: da H 18.

H 18: è un Mns. autografo contenente l'estratto di una lettera, in data 16 giugno 1791, in cui il V. dà relazione delle esperienze da lui compiute sull'equabile dilatazione dell'aria pel calore. Si pubblica per intiero H 18, non ostante che risulti assorbito dalla Memoria (vedasi il N. CXLII) sull'uniforme dilatazione dell'aria (1793), perchè da esso emerge l'importanza dei risultati che il V. aveva già conseguiti nel 1791.

H 17: è un fascio di fogli contenenti minute ed appunti di esperienze compiute nel 1791; si pubblicano saggi di specchietti che accompagnano delle figure.

H 19 bis: è un foglio autografo con appunti riguardanti l'influenza della presenza del vapor acqueo sulla dilatazione dell'aria; il contenuto di questo Mns. è assorbito da H 18.

Digitized by Google

Digitized by Google

PARAG. DI LETTERA DE' 16. GIUGNO 1791.
AL SIG. D. SCASSO A LONDRA
SULL' EQUABILE DILATAZIONE DELL'ARIA PEL CALORE.

Veggendo, che differiscono tanto gli Autori fra di loro DE LUC, LE ROY, SAUSSURE, PRIESTLEY, TREMBLEY, VANDERMONDE, MORVEAU ec. (vegg. La nuova Enciclopedia metodica, parte Chimica Vol. II. Art. *Air*) sulla quantità di dilatazione, che soffre l'aria per ciascun grado di calore, e che chi vuole o suppone almeno ch'essa si dilati uniformemente, cioè dell'istessa quantità per un grado dippiù, tanto nelle temperature basse, quanto nelle alte; chi all'incontro che un grado la dilati molto dippiù, giunta che già sia ad una temperatura alta; veggendo, dico, tanta discrepanza di opinioni, e di risultati delle rispettive sperienze, ho voluto anch'io richiamar ad esame un tal soggetto, con una lunga serie di sperienze fatte col seguente semplice apparato.

A B C è una specie di termometro drebbelliano, formato dal tubo di vetro *B C*, e del bulbo *A* soffiato fuori dal medesimo. Questo bulbo, e una piccola porzione del tubo graduato fino al segno 100. è pieno d'aria, il resto del tubo d'acqua, o d'olio; ed è sepolto tutto, come mostra la figura [1], nell'acqua di una campana di vetro *D E*, in cui pesca altresì un altro termometro ordinario *a b*, destinato a indicare la temperatura del bagno. Sendo dunque questa al limite della congelazione, cioè al zero REAUM. e il volume dell'aria confinata e libera d'estendersi essendo 100., osservo quanto cresce questo volume a misura che vado innalzando la temperatura del bagno, mediante il cavare porzione d'acqua fredda con un sifone, e rimetterne della calda, e a misura che raffreddandosi poi l'acqua ripassa con più lentezza e regolarità, per i gradi già corsi. Or ecco cosa ho trovato.

[1] *Nel Mns. manca la figura qui richiamata.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Se il tubo *B C* è pieno d'olio ben bollito, sicchè questo liquore non contenga nè aria nè acqua, e niente pure di acqua sia rimasta attaccata alle pareti del bulbo *A* (al quàl fine vi fo bollire dentro previamente l'olio medesimo), allora per ogni grado REAUM. cresce il volume dell'aria confinata di circa $\frac{1}{210}$ del volume che ha alla temperatura del ghiaccio, cresce dico di $\frac{1}{210}$ [1] tanto a principio, cioè poco sopra detta temperatura, come avanzandosi verso il termine dell'acqua bollente; di maniera che passando dal 0. di R. a 20. gradi, l'aria s'estende da 100. di volume a 109 ½ circa, poi riscaldata a 40. gr. viene il suo volume a 119., per 60. gr. a 128 ½, e finalmente, per 80. gr. giunge ad occupare un volume di 138. È dunque uniforme ed equabile prossimamente la dilatazione dell'aria pel calore, cioè proporzionale agli aumenti del medesimo per tutta l'estensione, che v'è tra la temperatura del ghiaccio, e quella dell'ebullizione dell'acqua; e v'è luogo a credere che lo sia anche per molti altri gradi sopra e sotto. Dico *prossimamente*, perchè non oserei ancora asserire, che tale rapporto si osservi colla più rigorosa precisione; ma con quella solamente che permettono simili sperienze, e nel modo che le ho fatte io ponendovi quella diligenza e accuratezza, che mi è stata possibile. Ho dunque avuto cura di notare qual fosse il volume dell'aria non sol di 20. in 20. o di 10. in 10., ma per ciascun grado di calore, o almen di 2. in 2.; e ciò tanto nel crescere di esso per l'affusione di acqua calda, quanto e con più di pazienza nel retrogradare, cioè nel successivo spontaneo raffreddamento, il quale succedendo con più lentezza e regolarità, mi dava campo di cogliere più appuntino il vero grado di calore, e di segnare con maggior esattezza la diminuzione del volume dell'aria occasionata da ogni grado di raffreddamento. Del resto io non era pienamente contento delle mie osservazioni, se non quando potea notare l'istesso volume dell'aria per gli stessi gradi di calore sì nell'andare, che nel ritorno, cioè riscontrare, che allo stesso grado, es. gr. 60., sì quando vi saliva dal freddo come quando vi discendeva da maggior caldo, fosse il volume dell'aria 128 ½ circa tanto l'una quanto l'altra volta; e similmente degli altri gradi: il qual accordo ho avuto la consolazione di trovare quasi sempre, se non coll'ultima precisione, con una sufficiente giustezza. Intanto per ciò che riguarda l'equabilità della dilatazione dell'aria (ed è questo il punto essenziale, su cui mi piace d'insistere perchè riuscirà nuovo a molti Fisici, che tengono che l'aria si dilati non uniformemente ma in una progres-

[1] *Nel Mns., evidentemente per un errore dovuto ad una distrazione, leggesi invece:* « $\frac{1}{120}$ ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

sione crescente) posso con tutta sicurezza asserire, che niente da questa si scosta per tutti li 80. gradi del term. REAUM. sopra indicati, o così poco almeno, che non è riuscito sensibile nelle mie sperienze, in guisa che se partendo da una temperatura bassa, cioè da 0. a 20. gr. o da 10. a 30. è cresciuto il volume originario dell'aria di 9 ½ centesime circa, di altre 9 ½ circa è cresciuto partendo da altre temperature più alte, da 30. gr. a 50. da 50. a 70.; così pure da 15. a 35. da 40. a 60. da 60. a 75.; ed altrettanto poi si è diminuito ritornando da 75. a 60. da 60. a 45. ec.: insomma a 20. gradi di cambiamento della sua temperatura presi da qualunque punto, han corrisposto sempre 9 ½ centesimi circa, con quel *circa* voglio dire, che se precisamente non ho potuto precisar sempre 9 ½ giusti, ho sempre però osservato più di 9, e meno di 10.

Tale è stato l'esito coll'aria confinata nell'olio. Ma ben diverso quando invece d'olio ho fatto la prova coll'acqua. Quì il volume dell'aria confinata nel bulbo *A* trovandosi in contatto dell'acqua contenuta nel tubo *B C*, veniva a dilatarsi a dismisura giunto che fosse già ad una temperatura alta, per poco che si accrescesse ancora il calore. In breve le sue dilatazioni procedevano nel seguente modo. Fino ai 15. o 20. gradi sopra il punto della congelazione si dilatava presso a poco dell'istessa quantità, come nelle sperienze sopra riferite, cioè di $\frac{1}{210}$ [1] per grado o poco più. Ma passando innanzi, gli aumenti di volume per eguali addizioni di calore divenivan più grandi di detta proporzione con un eccesso via via maggiore; tal che per 40. gradi sopra il 0. s'andava dal volume 100. fino al vol. 130., per 60. gradi fino al vol. 200. circa; per 71. in 72. gr. si giungeva al vol. 400. per gradi 74. in 75. al vol. 500. ec.

Or dunque è evidente, che non è già l'aria, che cresce a tanto volume; ma che vi s'aggiunge quello dei vapori elastici dell'acqua prodotti mano mano dal calore, sebben disti non poco tal calore dal termine dell'ebullizione. S'ella è così, come non può dubitarsene, la trasformazione dell'acqua in vapor elastico apparentemente aeriforme non richiede dunque necessariamente quel calore che è richiesto all'ebullizione; ma basta un molto minore; e basta anche a produrne in copia; il che per avventura non si sarebbe creduto. Ecco infatti come richiedendosi pure 80. gradi R. per l'ebullizione dell'acqua, sono sufficienti 60. per formare tanto vapor elastico, che viene a duplicare il volume di quell'aria, che accoglie in seno; e 72. gradi ne producono tale quantità, che mista similmente all'aria ne quadruplica il volume; e 75. gr. tanto che giunge a quintuplicarlo ec. Con 76. in 77. gradi ho visto fino arrivare il

[1] *Nel Mns., evidentemente per un errore materiale, in luogo di* « $\frac{1}{210}$ » *trovasi*: « $\frac{1}{120}$ ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

volume dell'aria in contatto dell'acqua da 100. a 550: nel qual caso, essendo che l'aria sola senza addizione di nuovi vapori si sarebbe dilatata soltanto fino a 137. come mostrano le sperienze quì sopra coll'olio; è visibile, che l'aria in quel gran volume sta al vapor acqueo, come 1. a 4. Bella cosa poi è il vedere il ristringimento di tal volume per la gradata deperdizione del calore; cioè come per un grado solo che va mancando dai 76. ai 75. sale l'acqua su pel tubo di non meno di 40. centesime del volume originario, indi meno di mano in mano; però ancora di $\frac{10}{100}$ dai 65. ai 64. gr. di $\frac{6}{100}$ dai 60. ai 59. gr. di $\frac{4}{100}$ dai 57. a 56. gr. di $\frac{2}{100}$ da 48. a 47. gr. di $\frac{1}{100}$ da 35. a 34. gr., che è il doppio ancora di quel cambiamento di volume, cui soggiace pel mutato calore di un grado l'aria sola, la quale cioè nè riceva vapori acquei, nè venga a deporne, come accade confinandola alla mia maniera nell'olio di lino bollito entro al recipiente medesimo *A B C*, giacchè questo liquore non dà vapori elastici, almeno in quantità notabile fino alla temperatura a cui l'ho portato, cioè di 48. gradi circa.

Quando ho voluto fare le stesse sperienze coll'olio senza averlo fatto prima bollire nel d.° recipiente *A B C*, per espellerne in un coll'aria che vi annida, qualsiasi quantità d'acqua, di cui più o meno se ne asconde sempre nell'olio medesimo, e insieme ancora quell'altra porzione d'acqua, che sta volentieri attaccata al vetro, e lo ricopre d'un velo comunque invisibile, quando, dico, ho fatte le stesse sperienze senza queste cautele, ho avuto sempre un troppo grande aumento del volume d'aria in proporzione del calore nelle temperature alte: a vero dire non così grande e straordinario, come allorchè cotesta aria confinata sta in contatto dell'acqua; ma però considerabilmente maggiore di quello che ha luogo, se viene esattamente esclusa l'acqua, e quindi la formazione di nuovi vapori.

Ecco dunque finalmente d'onde procede la differenza ne' risultati delle sperienze degli Autori citati, e di altri intorno la quantità della dilatazione dell'aria per ciascun grado di calore, e l'esser parso ad alcuni che si dilati dippiù per eguali addizioni di calore quanto si trova già più calda: viene da che altri han tenuto l'aria nelle loro prove in contatto dell'acqua, ed altri nò, e molte volte hanno creduto di escluderla, e non l'hanno esclusa del tutto, han lasciato cioè un qualche velo d'acqua invisibile aderente alle pareti del vaso, il quale poi col riscaldamento ha prodotto vapori elastici. Un tal velo aderente massimamente al vetro, esiste anche quando niente ne appare: anche quando crederemmo che sia questo ben asciutto; ma ce ne fa accorgere la difficoltà con cui si elettrizza strofinandolo, e la poca sua attitudine ad isolare, finchè non si è con forte calore dissipato intieramente tal umido velo. Per liberarsi da quest'umido aderente ed ostinato, bisogna far bollir

Digitized by Google

entro od olio, come ho fatt'io, o mercurio, o almeno riscaldare fortemente il vaso, seppur questo basta.

Usando tali precauzioni si troverà (ed è cosa degna di considerazione anche questa) che l'aria sibbene vaporosa, ma che non possa ricever altronde nuovi vapori, ma solo ritenga que' che aveva prima, si dilata pel calore uniformemente, e della quantità circa che ho notato, cioè $\frac{1}{210}$ per ogni grado dalla temperatura del ghiaccio fino verso il termine dell'ebullizione.

Finisco col far osservare, che ciò che ho trovato relativamente all'accresciuta espansibilità o volume dell'aria oltre il convenevole, per la giunta di nuovi vapori acquei, che le gonfiano il seno, è affatto coerente alla teoria dell'evaporazione del Sig. DI SAUSSURE ne' suoi *Saggi d'Igrometria*, e a ciò particolarmente che viene mostrando il vapor elastico puro, e il vapor elastico impuro, ossia misto d'aria; la quale sua teoria, mi ha dato lume, e servito di guida nelle ricerche che ho quì semplicemente abbozzate, e che esporrò più ampiamente in una Memoria [1] la quale conterrà i detagli e risultati delle moltiplici sperienze non solo coll'apparato già descritto, ma con altri ancora, diverse riflessioni, che or son costretto di tralasciare.

---

[1] *Il V. qui accenna ad un suo proposito, sul quale ritorna nella chiusa alla Memoria pubblicata nel N.* CXLII *di questo Volume.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

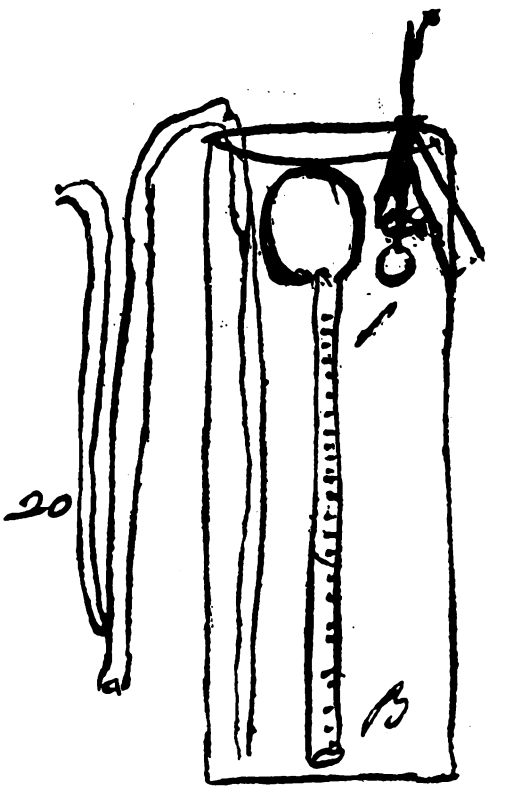
Digitized by Google

AGGIUNTE TRATTE DAI MANOSCRITTI DI A. VOLTA

Cart. Volt. H 17.

8. Maggio 1791.

Aria vol. 315. cal. gr. 11. in 12.
Barom. 27,11. Igrom. 95.
(Il resto del tubo A B pieno d'olio di lino non bollito).
Infusa acqua calda
Cal. gr. 27. Vol. dell'aria 347
26 » » » 343
nuova acqua calda
40 » » » 380
nuova acqua calda
46 » » » 401
45 » » » 398
44 » » » 395
..... [1]
28 » » » 346 ½
27 » » » 345 scarsi
26 » » » 342 ½
25 » » » 340 scarsi
..... [2]

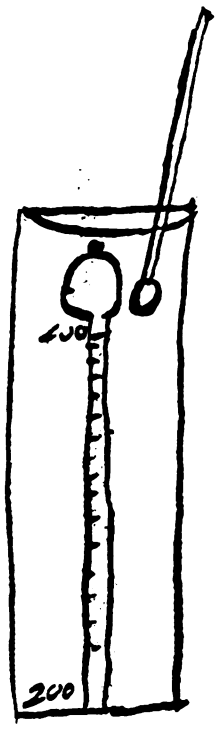


[1] *Il Mns. presenta qui altri risultati sperimentali.* [*Nota della Comm.*].
[2] *Il Mns. continua con la indicazione di altri risultati sperimentali.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

20. Maggio.

L'olio di lino si fece prima bollire a parte in una caraffa; e il term. drebb. si asciugò e scaldò discretamente.



Temper. dell'acqua gr. 25 scarsi.
Vol. dell'aria nel term. drebbelliano così immerso = 105.

Infusa acqua calda		Vol. dell'aria	
Cal. gr. 42	.....	126	
40	.....	125	
item			
60	.....	138	
58	.....	137	
item			
68	.....	142	
66	.....	141	
64	.....	140	
62	.....	138 $^{3}/_{4}$	
item			
70	.....	142 ½	
68	.....	141 ½	
item con acqua salata			
71	.....	143	
70	.....	142 abbond.	
item			
73	.....	144	dubbia osservaz.
72	.....	142	

..... [1]

[1] *Il Mns. continua con la indicazione di altri risultati sperimentali.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

CXLI.

LETTERA
A
MARTINO VAN MARUM
SULL'EQUABILE DILATAZIONE DELL'ARIA
PEL CALORE

28 Marzo 1792.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Bosscha Corr. pg. 54.	Harlem Soc. Holl. Sc.

OSSERVAZIONI.

TITOLO:
DATA: da Bosscha Corr.

Bosscha Corr.: è la lettera scritta dal V. a Martino Van Marum, in data Pavia 28 marzo 1792: l'originale di questa lettera si conserva ad Harlem Soc. Holl. des Sciences. Nel N. XCII (D) del Volume quinto venne pubblicata parte di questa lettera, che ora si dà qui per intero

Digitized by Google

Digitized by Google

Bosscha Corr. pg. 54.

Monsieur

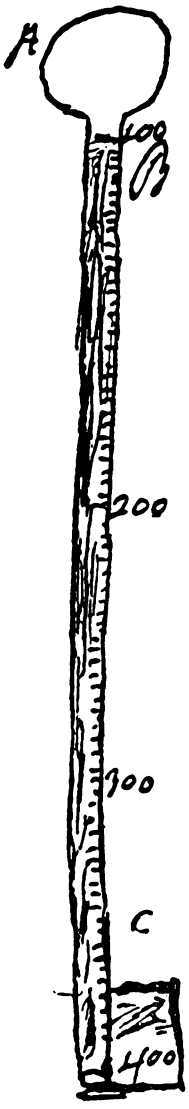
Je ne chercherai pas à m'excuser de mon long silence, Monsieur, qui est inexcusable: je ne vous dirai pas, que n'ayant rien d'important à vous écrire, je differois à le faire que j'eusse de quoi vous entretenir; car j'aurois du au moins repondre à vos obligeantes lettres, et vous remercier de l'envoy que vous m'avez fait de vos nouvelles productions: ainsi point d'excuse qui vaille: j'avoue ma faute; et il faut que je tâche de la reparer.

Je reçus l'année passée au mois de juin la description d'une nouvelle Machine électrique, qui joint à la plus grande simplicité et élégance la plus grande force, et beaucoup d'autres avantages. Elle m'a beaucoup plû, comme elle a été fort approuvée et louée de plusieurs Physiciens et Constructeurs de Machines, à qui je l'ai montrée. Mais permettez, que je vous dise, que je suis beaucoup plus content encore de votre Gazometre avec l'appareil joint, dont vous venez de m'envoyer la description. Je suis véritablement enchanté de ce Gazometre à syphon, et il n'est pas besoin de dire combien je le prefere au Gazometre à balance de M.M. LAVOISIER et MEUNIEUR. Je desesperois tout-à-fait de pouvoir jamais me procurer celui-ci; et je ne desespere pas de pouvoir faire construire le vôtre ici, qui est de beaucoup plus simple, et, comme je crois, encore plus exact. Cependant, comme nous avons ici peu d'ouvriers habiles, je serois bien aise de pouvoir acquerir un semblable appareil tout fait. Oserais-je donc vous prier, Monsieur, d'en faire construire un pour moi? Je voudrois cet appareil complet, c. à d. le (s) [1] deux gazometres avec le ballon pour l'expérience de la production de l'eau, et toutes les pieces attenantes. Pour le payement, et pour l'envoy de la machine, je donnerai ordre, lorsque vous m'avertirez, que tout est prêt, à Mrs. GUAITA et Comp. d'Amsterdam, qui sont mes compatriotes et mes amis, et que vous connoissez peut-être. Je vous ai proposé autresfois cette maison GUAITA pour m'envoyer ou des livres, ou toute autre chose, que vous voulussiez bien me procurer.

[1] *Così in Bosscha Corr.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Pour vous dire maintenant quelque chose de mes occupations physiques, j'ai continuai (*sic*) mes lettres sur la Météorologie electrique, dont il en a paru jusqu'à présent dans un ouvrage périodique (*Biblioteca Fisica d'Europa, del Dr.* BRUGNATELLI) 9, et deux ou trois autres paroitront incessamment: je traite dans la 9me avec beaucoup d'éntedue de la grêle; j'y refute plusieurs explications vagues et mal fondées que les Physiciens ont donné jusqu'ici, et je commence à proposer la mienne, que j'étayerai dans la lettre 10me: je montrerai dans celle-ci comment je conçois, que les grains de grêle qui arrivent à une certaine grosseur par des incrustations successives que reçoit le flocon de neige qui en constitue le noyau, se soutiennent long-tems, souvent des heures entieres sautillant et dansant entre deux couches de nuages contrairement électriques, comme dans l'expérience électrique qu'on appelle *danse de pantins*. Cette suspension est necessaire pour donner le tems aux dits noyaux neigeux de s'incruster d'une ou de plusieurs lames solides de glace: ce qui ne pourroit pas obtenir dans le court espace de leur chûte, car l'opinion que la grêle tombe de si haut, comme la plupart des Physiciens le suppose, est insoutenable, et dementie par les faits, et quand même elle tomberoit de la plus haute region des nuës, le tems qu'elle employeroit dans cette chute ne suffiroit pas à beaucoup près à revêtir le flocon neigeux, qui constitue le noyau de chaque grain, de tant de lames de glace superposées qu'on en voit dans les grains de grêle qui atteignent la grosseur d'une noix, et souvent plus encore.



J'ai fait des expériences pour determiner de combien l'air se dilate pour chaque degré de chaleur, et dans la vuë de verifier ou de detruire ce que plusieurs prétendent, entre autres Mr. DE MORVEAU (dans son excellent article sur l'air, vol. II de l'Encyclopédie Methodique), que cette dilatation n'est pas uniforme, mais qu'elle augmente dans une proportion croissante. Or j'ai trouvé que si l'air ne reçoit pas de nouvelles vapeurs, sa dilatation depuis le 0. de REAUM. jusqu'à 46. degrés est de $\frac{1}{220^{\text{me}}}$ environ par degré, toûjours uniforme [1]. Au contraire si l'air est en contact avec l'eau, sa di-

[1] *In Bosscha Corr. con richiamo a questo punto, trovasi la seguente nota posta dal Bosscha:* « Cette valeur de $\frac{1}{220}$ par degré Réaumur ou $\frac{1}{275}$ = 0,003637 par degré centigrade, représente la dilatation apparente de l'air dans un réservoir de verre. En y ajoutant 0,000025

Digitized by Google

latation est apparemment plus grande à mesure que la chaleur met en état l'eau de lui fournir plus de vapeurs, et l'air de les tenir en dissolution. C'est ainsi que dans un thermometre de DREBBEL, où la colonne *BC* est d'eau, si l'air dans le bulbe occupe un volume = 100. à la température de la glace, il occupera à celle de 59. à 60. degrés, 200. tandis, que son volume ne devroit être que de 126. à 127. et qu'à la température de 70. à 71. ds. il arrive jusqu'à 400. tandis qu'il ne devroit arriver qu'à 132. ou 133. L'air proprement ne se dilate jusqu'à ce terme que de 1. 220^{me} par degré de chaleur; et l'eau fournit le reste par ses vapeurs élastiques. Il est aisé de verifier cela en substituant à la colonne *BC* d'eau une de mercure, ou même d'huile de lin, qui ne se changent pas en vapeurs aeriformes à ces degrés de chaleur, ou n'en donnent que très-peu à l'air. L'eau au contraire subit cette transformation, c-à-d. elle produit de ces vapeurs en quantité considérable déja à 30. degrés, comme mes expériences l'apprennent, et toujours plus dans une proportion croissante, à 40. 50. 60. 70. degrés ec. Il n'est donc pas besoin qu'elle atteigne le degré d'ébullition pour se convertir en vapeurs elastiques, comme on croit communément: elle commence beaucoup plus tôt, seulement elle a besoin du contact de l'air et n'en produit qu'une quantité déterminée par le degré de saturation de l'air, qui est lui-même determiné par le degré de chaleur. Car hors la présence de l'air qui peut dissoudre ces vapeurs, hors la surface qui touche à cet air, il reste toujours vrai, que la vapeur ne peut pas se former du milieu et dans la masse même de l'eau, si la chaleur n'atteint pas le 80^{me} degré (la pression de l'air étant l'ordinnaire): alors pouvant vaincre tout le poids de la colomne atmosphérique, les vapeurs se forment et s'élevent du sein même de l'eau, et tant que cette chaleur se soutient l'ébullition continue, et il n'y a pas de borne à la production de vapeurs élastiques, comme il y en a à la production de celles qui doivent seulement saturer une quantité déterminée d'air à une température déterminée. Cette quantité est pourtant bien grande déja à 60. d^{s}. puisqu'elle forme entre $\frac{1}{3}$ ed $\frac{1}{2}$ du volume apparent de l'air, et beaucoup plus à 70. d^{s}. faisant $\frac{2}{3}$ du total.

Je ne puis douter, que les Physiciens, qui ont vu une dilatation de l'air plus grande d'1.220^{me} par degré de chaleur, sur-tout par des températures hautes, n'ayent été induits en erreur par une semblable production de vapeurs, qu'ils n'ont point cherché à eviter, ou qu'ils n'ont pas mis tous les soins pour éviter. Il m'est arrivé à moi-même d'observer des anomalies, lorsque je n'ai pas fait bouillir pendant un tems considérable soit le mercure, soit l'huile dans mon thermomètre à air, pour en chasser toute l'humidité envelloppée dans le fluide, ou adherente aux parois du verre.

---

pour la dilatation du verre, on obtient la valeur 0,003662, très peu différente de celle de REGNAULT, savoir 0,003671. Onze ans après Volta, GAY-LUSSAC trouva 0,003750 ».

[*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Je compte de publier [1] mes expériences avec beaucoup d'autres sur les vapeurs de differens fluides; mais je ne sçais pas quand je pourrai le faire [2].

Je suis, Monsieur, avec la plus grande estime, et reconnoissance.

Monsieur

Votre très-humble, très obeissant serviteur

ALEXANDER VOLTA.

à Pavie ce 28^{mc} Mars 1792.

---

[1] *Vedasi il N.* CXLII *di questo Volume.* [*Nota della Comm.*].

[2] *In Bosscha Corr., pg.* 62, *con richiamo a questo punto, trovasi la seguente nota posta dal Bosscha:* [*Nota della Comm.*].

« Le Mémoire que VOLTA promet ici, n'a paru que dans l'année suivante, lorsque VOLTA se trouvait déjà profondément engagé dans ses recherches sur l'expérience de GALVANI. Il est intitulé: *Memoria sulla uniforme dilatazione dell'aria per ogni grado di calore, cominciando sotto la temperatura del ghiaccio fin sopra quella dell'ebollizione dell'acqua; e ciò, che sovente fa parer non equabile tal dilatazione, entrando ad accrescere a dismisura il volume dell'aria.*

« Il n'a été publié qu'en italien, d'abord dans les *Annali di Chimica* de BRUGNATELLI au Tome IV, 1793, pp. 227-294, ensuite dans la *Collezione* d'ANTINORI, 1816, au Tome III (volume V) pp. 329-378. C'est peut-être la raison pour laquelle ce Mémoire n'a presque pas été remarqué. Ni GAY-LUSSAC, ni, autant que nous sachions, aucun des autres auteurs sur cette matière, ne cite VOLTA, qui pourtant le premier a fait connaître dans tous ces détails l'influence considérable qu'exerce, sur le résultat de la détermination du coefficient de dilatation de l'air, la présence de légères traces d'eau, qui peuvent se trouver soit sur les parois du réservoir, soit dans le liquide qui sert à détendre le volume ou à mesurer la pression. VOLTA démontre 1.° que le coefficient apparent de dilatation croit indéfiniment avec la température tant que la légère couche d'eau des parois ou l'eau du liquide peut donner lieu à un nouveau dégagement de vapeur lorsque la température s'élève, 2.° qu'il devient constant lorsque toute l'eau a passé à l'état de vapeur et 3.° qu'alors il est égal à celui que l'on trouve lorsque, avant de commencer l'expérience, on a, par un échauffement et une ébullition long-temps continués, chassé toute trace d'humidité. Il en tire cette conclusion importante: que la vapeur d'eau se comporte, quant à la dilatation, exactement comme l'air.

« Le Mémoire est encore remarquable par l'examen historique et critique des travaux de ses devanciers, depuis AMONTONS lequel, en 1702, « con suo ingegnosissimo Termometro d'aria » (un thermomètre à air à volume constant), non seulement mesura la variation de pression de 73 à 51 ½ pouces de mercure depuis la température d'ébullition jusqu'à celle de la glace fondante, mais tira aussi de ces expériences une échelle absolue de température, dont le zéro indiqueroit la température à laquelle l'air aurait perdu toute sa force élastique.

« A la fin de son Mémoire VOLTA en annonce un second, qui contiendra, — outre les détails et les résultats de ses expériences multipliées tant avec le thermomètre de DREBBEL, qu'avec d'autres appareils, — diverses réflexions que, pour le moment, il est obligé d'omettre. Certes, il est bien à regretter que ce Mémoire n'ait jamais paru ».

Digitized by Google

CXLII.

DELLA UNIFORME DILATAZIONE DELL'ARIA

PER OGNI GRADO DI CALORE, COMINCIANDO SOTTO LA TEMPERATURA DEL GHIACCIO FIN SOPRA QUELLA DELL'EBOLLIZIONE DELL'ACQUA: E DI CIÒ, CHE SOVENTE FA PARER NON EQUABILE TAL DILATAZIONE, ENTRANDO AD ACCRESCER A DISMISURA IL VOLUME DELL'ARIA

1793.

FONTI.

STAMPATE.

Br. Ann. 1793, T. IV, pg. 227.
Ant. Coll. 1816, T. III, pg. 329.
Guareschi, Supplemento annuale all'Enciclopedia di Chimica, Torino, 1914, T. XXX, pg. 327.
L'Opera di Alessandro Volta, Milano, 1927, pg. 435.

MANOSCRITTE.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Br. Ann.
DATA: da Br. Ann.

È la memoria sull'uniforme dilatazione dell'aria per il calore apparsa nel 1793 in Br. Ann. (T. IV, pg. 227), indi nel 1816 in Ant. Coll. (T. III, pg. 329), e ripubblicata nel 1914 dal prof. Icilio Guareschi nel « Supplemento annuale all'Enciclopedia di Chimica » (T. XXX, pg. 327), insieme a considerazioni ed a

Digitized by Google

notizie storiche che il Guareschi aveva precedentemente esposte in un articolo pubblicato nell'« Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Tecnik » (1913-14, Vol. V, pg. 142 e pg. 209): questo articolo dava occasione ad una nota del prof. Guido Grassi pubblicata nel 1914-15 negli « Atti della Reale Accademia delle Scienze » di Torino (Vol. 50, 1914-15, pg. 361). La memoria del V. trovasi riprodotta anche nell'« Opera di Alessandro Volta », pubblicata a cura dell'Associazione Elettrotecnica Italiana (Milano, 1927, pg. 435).

Per quanto riguarda la legge su l'uniforme dilatazione dell'aria, enunciata dal V. nel 1793 nella memoria che si dà in questo Numero, è da notare che nel 1802 il Gay-Lussac pubblicava negli *Annales de Chimie* (T. XLIII, 30 messidoro, anno X, 19 luglio 1802) una memoria intitolata *Recherches sur la dilatation des gas et des vapeurs*, letta all'*Institut National* di Parigi l'11 piovoso dell'anno X (31 gennaio 1802).

Nella storia della fisica, come trovasi esposta in tutti i principali trattati stranieri ed in alcuni italiani, senza nemmeno fare il nome del V., si attribuisce al Gay-Lussac il merito di aver stabilite le prime leggi, prime in ordine di tempo, su la dilatazione degli aeriformi per l'azione del calore, mentre il merito della priorità spetta incontrastabilmente al V.

Per uno studio completo della questione su la priorità e l'importanza dei risultati trovati dal V. nei riguardi dell'uniforme dilatazione dell'aria e del vapor acqueo non saturo, vedansi le note del prof. Francesco Grassi, pubblicate nei Rendiconti del Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere (Milano, 1927, Vol. LX, fasc. XI-XV) e presentate nella solenne adunanza del 7 luglio 1927.

A conclusione delle considerazioni ivi esposte, il prof. Grassi si augurava (pg. 470) che una voce autorevole si levasse a provocare in una augusta sede un voto solenne, perchè nei trattati e nell'insegnamento « quando si espongono le « leggi su la dilatazione dei gas per l'azione del calore si dia anzitutto la

« *Legge del Volta su la uniforme dilatazione dell'aria e del vapore acqueo,*

« poi la

« *Legge del Gay-Lussac su l'uguale dilatazione dei diversi gas,*

« indicandone nel 1793 e nel 1802 le rispettive date di pubblicazione ».

Il Congresso internazionale dei Fisici, convocato in Como nel mese di settembre 1927, per commemorare il centenario della morte di A. Volta, prima di chiudere i suoi lavori, nella solenne adunanza del 17 settembre, tenuta nella Scuola di Fisica dell'Università di Pavia, dopo un discorso del prof. Alessandro Amerio (ord. di Fisica nell'Università di Pavia), aderiva alle seguenti conclusioni (vedasi a pg. 617 del Vol. II, Atti del Congresso internazionale dei Fisici, pubblicati a Bologna nel 1928), che l'Amerio aveva già formulate in una sua nota (*Volta e le leggi della dilatazione e dei miscugli degli aeriformi*, Nuovo Cimento, 1927, anno IV, N. 6):

« *Ne viene che sulla dilatazione dei gas si dovrebbero enunciare le seguenti leggi:*

1° *Legge di Volta:* « *Il coefficiente di dilatazione dell'aria è costante* ».

2° *Legge di Gay-Lussac:* « *Tutti i gas hanno lo stesso coefficiente di dilatazione* ».

Digitized by Google

Br. Ann. 1793, *T. IV, pg.* 227.

§. 1. Sono ormai presso a due secoli, che il *Termometro d'Aria*, chiamato dal nome del suo inventore *Drebbelliano* (*a*) ha messa sotto gli occhi nel più bel modo la dilatazione, che produce nell'aria il calore, e mostrato ai Fisici un facile mezzo, come pare, di misurarla. È ben naturale, che si rivolgesse tosto la loro attenzione a quest'oggetto, e che si moltiplicassero le sperienze per iscoprirne e determinarne le leggi. L'Aria si dilata ella uniformemente pel calore, cioè procede con passo equabile, ricevendo eguali aumenti di volume per eguali addizioni di calore? Oppure ha una marcia diseguale, e più o meno a salti? E qual è la quantità di cui cresce per ogni giunta data di calore? Ecco le quistioni, che dovettero fin da principio presentarsi, e a cui indirizzate si sono, allora e dopo, le ricerche di molti. Or chi non si maraviglierà, che essendosi da quell'epoca i più grandi Fisici applicati a queste investigazioni, a determinare cioè di quanto appunto si dilati l'aria per ogni addizione di calore, vi abbia ancora una grande discordanza ne' resultati loro, in tempo che si è pure perfezionata cotanto la *Termometria*?

§. 2. Si è trovato, che la dilatazione del mercurio è sensibilmente proporzionale al calore, che in lui si accresce; almeno dal termine della congelazione dell'acqua, fino a quello dell'ebollizione della medesima: cioè, che esso mercurio acquista, dentro questi limiti, aumenti di volume prossimamente eguali, per eguali addizioni di calore. Ciò ha dimostrato prima di tutti con dirette prove e molteplici, fatte col mescere a diverse dosi acqua calda

(*a*) Altri fanno onore di una tale invenzione ad AVICENNA, a SANTORIO, al famoso Fra PAOLO SARPI, al gran GALILEO, a BORELLI, a MALPIGHI. Ma è più comune e costante l'opinione, che l'attribuisce a CORNELIO DREBBEL Olandese, nativo di Alkmar, il quale al principio del decimo settimo secolo trovato avendo il suo Termometro d'Aria, il rese pubblico; e fu quella l'epoca in cui cominciossi a coltivare la Termometria.

Digitized by Google

e fredda (giusta il suggerimento del Sig. SAGE di Ginevra) il cel. DE LUC (*a*); ed hanno in seguito confermato molti altri, tra' quali il Dr. CRAWFORD, che con accuratissime sperienze dello stesso genere, ed altre di genere diverso, e con termometri di mercurio della massima delicatezza, ha portato la cosa a maggior precisione ancora (*b*).

§. 3. Ma tale corrispondenza delle dilatazioni e condensazioni del mercurio, cogli aumenti e decrementi del calore, è ella poi esattissima? Non già: anzi dalle sperienze del cit. DE LUC appare, che anche questo liquido si scosti alquanto da quell'uniforme andamento, che si vorrebbe; e siegua nel condensarsi per eguali perdite di calore, una marcia qualche poco decrescente. Ecco la tavola di comparazione, che egli medesimo ce ne dà, in cui z è posto per la quantità di calore richiesta a fondere il ghiaccio [1].

(*a*) Vegg. *Recherches sur les Modifications de l'Atmosphere.* Par I. A. DE LUC. *À Geneve* 1772. *Part.* II. *Ch.* II. *Du Thermometre.* — *Preuve directe, que le Mercure est de tous les liquides, employés jusqu'à présent au Thermometre, celui qui mesure le plus exactement les differences de la chaleur par les differences de son volume* §. 422. dalla pag. 285. alla pag. 308.

(*b*) *Experiments and Observations on Animal Heat, and the Inflammation of Combustible Bodies etc. By.* A. CRAWFORD. *The second Edition with very large Additions. London.* 1788.

[1] *Segue la tavola alla pagina successiva a questa.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

	CALORI REALI	Punti corrispondenti del Termometro di *Mercurio*	Condens. del *Merc.* per dimin. del *Cal.* eguali fra loro, partendo dall'*acqua boll.*
Cal. dell'acq. boll.	$z + 80$	80,0	
			5,3
	$z + 75$	74,7	
			5,3
	$z + 70$	69,4	
			5,2
	$z + 65$	64,2	
			5,2
	$z + 60$	59,0	
			5,2
	$z + 55$	53,8	
			5,1
	$z + 50$	48,7	
			5,1
	$z + 45$	43,6	
			5,0
	$z + 40$	38,6	
			5,0
	$z + 35$	33,6	
			4,9
	$z + 30$	28,7	
			4,9
	$z + 25$	23,8	
			4,9
	$z + 20$	18,9	
			4,8
	$z + 15$	14,1	
			4,8
	$z + 10$	9,3	
			4,7
	$z + 5$	4,6	
			4,6
Cal. del ghiac. fon.	$z + 0$	0,0	
			80,0

Digitized by Google

§. 4. In questa tavola si vede, come le dilatazioni, e condensazioni del mercurio non corrispondono esattamente alle quantità reali di calore accresciuto o diminuito; come le condensazioni tengono una marcia decrescente relativamente a delle perdite di calore eguali fra loro: ma che però le differenze sono picciole. Or che dirassi, se anche queste picciole differenze svaniscono, o almeno divengono picciolissime e affatto trascurabili? Se ove il maggior deviamento nelle sperienze di DE LUC va a circa un grado e mezzo verso la metà della scala, cioè intorno ai 40. gr., in molte di CRAWFORD non arriva neppure a mezzo grado? Tali sono i risultati di queste nuove sperienze, fatte (come dicemmo) colle più scrupolose attenzioni, tanto collo stesso metodo delle miscele d'acqua calda e fredda, quanto con un altro metodo, ed apparato da esso CRAWFORD ingegnosamente immaginato: dalle quali sperienze conchiude, che il mercurio si dilata pel calore molto più uniformemente, di quello che il medesimo DE LUC avea rinvenuto; e che per conseguenza il Termometro mercuriale ci dà una misura prossimamente accurata del calore (*a*).

§. 5. Questa equabile dilatazione, corrispondente agli aumenti di calore, se non con tutta esattezza, con quella maggiore che aspettare da noi si possa, questa, dico, uniforme dilatazione, che riscontrasi nel mercurio, non si osserva già in altri liquidi, cioè nell'acqua, negli olj, negli spiriti; i quali tutti si dilatano pei primi gradi di calore meno, indi sempre più, in una proporzione molto crescente pei gradi ulteriori. Così inversamente tengono una marcia assai decrescente le loro condensazioni, comparativamente a delle perdite di calore che sono eguali. L'acqua singolarmente si dilata poco o nulla pei primi gradi di calore, e in contraccambio moltissimo pei gradi superiori: tal che un Termometro d'acqua, per una metà di quel calore che dalla temperatura del ghiaccio, ossia dal zero del Termometro REAUM., lo fa andare a 80. gradi, termine dell'ebollizione, ben lungi di arrivare a 40., come ci arriva puntualmente il Termometro mercuriale (non contando quel piccolissimo errore di una frazione di grado (§. pr.)), resta indietro tra 20. e 21. Che più? Ritiene essa acqua lo stesso volume appena fusa, ossia al zero R. e ad 8. gr. sopra tal punto. Diminuisce è vero un poco raffreddandosi dagli 8. gr. fino ai 4., cioè di ½ grado; ma questo picciolo volume perso torna poi ad acquistarlo raffreddandosi dippiù fin verso il zero (*b*), ancorchè non passi essa acqua ancora alla congelazione; arrivando la quale si dilata assai più.

Lo spirito di vino non si scosta tanto, nelle sue dilatazioni e condensazioni, dall'andamento del calore, e meno ancora gli olj; ma però sono con-

(*a*) Vegg. l'op. cit. *Exper. and Observ. ec.* dalla pag. 18. alla p. 51.

(*b*) MAIRAN *Dissertation sur la Glace.* DE LUC Op. cit. §. 412 *b*, 418 *m*, 419 *e*.

Digitized by Google

siderabili le deviazioni eziandio in questi: e in generale non v'ha liquido, le cui mutazioni di volume siano così corrispondenti alle quantità reali di calore, come lo sono quelle del mercurio: giusta le prove fatte sopra dieci fluidi diversi dal più volte lodato Sig. DE LUC (*a*), e quelle sopra 44. fluidi dal Sig. ACHARD (*b*). Adunque niuno dei Termometri di spirito di vino, di olio, e peggio di acqua, misura con gradi equidistanti eguali quantità di calore: ciò che fa unicamente il Termometro di mercurio, con una esattezza, di cui possiamo essere contenti, come già si è mostrato (§. 2. e 4.), ed è in oggi riconosciuto generalmente dai Fisici.

§. 6. Or che diremo del Termometro di Aria? Cosa si è fatto, e trovato fin quì, in poco meno di ducent'anni, riguardo alla dilatazione equabile o non equabile di essa Aria, proporzionale cioè, o non proporzionale alle quantità reali di calore? Che se ne sa in oggi? Nient'altro quasi, se non che non convengono su di ciò i Fisici più grandi, e sperimentati: come non convengono neppure di quanto si dilati essa aria, data la temperatura e. g. di 10. 15. 20. gradi REAUM., per 1. grado di calore, per 5. per 10., che acquisti dippiù. Nè già è picciola la differenza ne' risultati, che ci danno delle loro sperienze; giacchè chi la fa dilatare meno di $\frac{1}{200}$, per grado, chi più assai.

§. 7. Non è molto da attendersi l'asserzione di alcuni Fisici, i quali, dietro ad esperienze troppo in vero grossolane, e niente accurate, portano da 2. a 3. la dilatazione dell'aria riscaldata dalla temperatura del ghiaccio fino a quella dell'acqua bollente (*c*): il che verrebbe ad essere $\frac{1}{160}$ per ogni grado del Term. REAUM., ripartendo egualmente un tal aumento negli 80. gradi. Da altri però più comunemente è stata supposta, come riferisce il Cav. SHUCKBURGH [1] (*d*), minore d'assai, cioè di $\frac{1}{400}$ per ogni grado del *Termometro di* FAHRENHEIT; che viene ad un $\frac{1}{178}$ circa per grado della *Scala Reaumuriana.*

Il Sig. AMONTONS, con quel suo ingegnosissimo Termometro d'Aria, il quale, invece delle effettive dilatazioni o condensazioni, indicava equivalentemente i relativi aumenti o decrementi della di lei elasticità, avea tro-

(*a*) Op. cit. §. 426.

(*b*) Nouveaux Mémoires de l'Acad. de Berlin. Année 1784. *Experiences faites dans la vüe de decouvrir le rapport dans lequel différents fluides se dilatent par des degrés de chaleur différents et connus.* Par M. ACHARD.

(*c*) Trovasi questa proporzione adottata in molti corsi di Fisica; MUSSCHENBROEK *Introd. and Phil. Nat.* SIGAUD DE LA FOND *Elem. de Phys.* BRISSON ec.

(*d*) Phil. Trans. Vol. LXVII. Part. II. pag. 564. in una nota.

[1] *In Br. Ann. leggesi « Schuckburgh », mentre nella fonte citata trovasi: « Shuckburgh ».* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

vato, che passando dalla temperatura dell'acqua bollente a quella del ghiaccio diminuiva la forza elastica dell'aria, indicata dal peso di mercurio ch'essa potea sostenere, da 73. a 51 ½ circa (*a*); epperò che il rapporto della forza espansiva dell'Aria alla temperatura del ghiaccio, e a quella dell'acqua bollente, era come 100. a quasi 142. Facendo pertanto il ragguaglio al Term. REAUM. le dilatazioni dell'aria arriverebbero appena per ogni grado ad $\frac{1}{190}$ del volume ch'ella ha alla temperatura del ghiaccio.

§. 8. Il Sig. DE LUC persuaso essere della massima importanza il conoscere esattamente la marcia delle dilatazioni dell'aria pel calore, credè difficilissimo il poterla determinare con esperienze dirette, semprechè si trattasse di confinarne un volume qual si fosse entro a vasi, come nel Termometro Drebbelliano, in quello d'AMONTONS, o in somiglianti altri apparati (*b*). Si rivolse pertanto a dedurla dalle sue sperienze barometriche, dirette a misurare le elevazioni dei luoghi: quindi cercando a correggere le differenze, che produce l'aria più o meno rarefatta dal calore nelle misure di dette elevazioni indicate dall'altezza del Barometro, trovò, che *intorno alla temperatura fissa* (che da lui si prendeva a gr. 16 $\frac{3}{4}$), *la correzione per un grado del Termometro era all'altezza del luogo*, come 1. a 215. Di tanto dunque conchiude DE LUC, che si dilati l'Aria, cioè di $\frac{1}{215}$ per ogni grado di calore del termometro diviso in 80. dal punto della congelazione dell'acqua a quello dell'ebollizione (*c*).

§. 9. Questa dilatazione dell'aria fissata così dal Sig. DE LUC, in $\frac{1}{215}$ per grado, è stata in appresso adottata da varj Fisici, tra i quali da' Sigg. LAVOISIER e DE LA PLACE, che ce la danno per regola di ridurre al giusto i volumi dell'aria, e dei gas, nelle sperienze pneumato-chimiche. Per altro il Sig. TREMBLEY in una Memoria stampata in fine al secondo tomo dei *Viaggi nelle Alpi* del Sig. DI SAUSSURE (*d*), la quale contiene l'analisi della maggior parte delle sperienze fatte, come quelle di DE LUC, per la determinazione delle altezze col mezzo del Barometro, trova cotal dilatazione dell'aria, supposta da DE LUC di $\frac{1}{215}$ per grado, troppo piccola; e ricava

(*a*) *Mem. de l'Acad. des Scienc. A.* 1702.

(*b*) Op. cit. §. 420. c.

(*c*) Op. cit. §. 607.

(*d*) *Voyages dans les Alpes etc.* par HORACE BENEDICT DE SAUSSURE. Tome Second. Geneve 1786.

Digitized by Google

dai risultati medii delle osservazioni del Cav. SHUCKBURGH e del Colonnello ROY dover essere di $\frac{1}{192}$ (*a*).

§. 10. Ritornando alle sperienze dirette circa l'aria confinata nei vasi (sopra le quali farò vedere in appresso, che si può contare più che non si crede), il sullodato Col. ROY da varie sue sperienze con una specie di Termometro d'aria, che è anche *Manometro*, e ch'egli infatti così chiama, deduce *per adequato* una dilatazione dell'aria poco diversa dall'anzidetta, cioè di 2,28140 millesime del volume ch'essa ha a zero del Termometro di FAHRENHEIT, per ogni grado del medesimo Termometro: il che viene a $\frac{1}{193}$ circa per grado del Termometro di REAUMUR: *per adequato*, dico; giacchè nelle addotte sperienze compare stranamente irregolare tal dilatazione, ora cioè molto più grande, ora molto più piccola di così, da $\frac{1}{171}$ ad $\frac{1}{222}$ per grado R., mostrandosi massima tra i 52. e i 62. gradi FAHR. cioè tra i 9. e i 13. circa REAUM., e decrescente tanto sopra quanto sotto; e la minore di tutte distante una decina, ed una ventina di gradi dal punto dell'ebollizione (*b*). Simili sperienze, con simili *manometri*, fatte dal Cav. SHUCKBURGH, estese però soltanto dai 32. agli 83. FAHR., cioè da 0. a 23. circa REAUM., gli hanno data la dilatazione dell'aria di $\frac{2,43}{1000}$ per grado FAHR., che viene ad $\frac{1}{183}$ per grado REAUM. (*c*).

§. 11. Il Sig. DI SAUSSURE non solamente giudica troppo grande di molto la dilatazione dell'aria dataci per adequato dal Col. ROY, e molto più quella maggiore verso il calor temperato, calcolata $\frac{1}{171}$ circa per grado, sospettando che la picciolezza de' vasi, di cui si è servito l'autore abbia potuto modificare l'effetto in ragione dell'influenza della loro superficie; massime se qualche umido aderente ha fornito per azion del calore de' vapori elastici, ed accresciuta con essi la dilatazione termometrica dell'aria; non solo, dissi, SAUSSURE giudica eccessiva la proporzione dell'espandimento dell'aria voluta dal Col. ROY, ma ha per esorbitante anche quella soprariferita

(*a*) *Analyse de quelques experiences faites, pour la determination des hauteurs par les moyens du Barometre* par JEAN TREMBLEY.

(*b*) *Philosophical Transactions*, Vol. LXVII. Part. II. 1777. *Experiments and Observations made in Britain in order to obtain a Rule for measuring Heights with the Barometer. By Colonel* WILLIAM ROY, F. R. S. Section II. *Experiments on the Expansions of Air in the Manometer*, pag. 689.

(*c*) *Phil. Trans. Vol. cit.* — *Observations made in Savoy, in order to ascertain the height of Mountains by means of the Barometer* etc. By Sir GEORGE SHUCKBURGH *Bart.* F. R. S. pag. 563. seg.

Digitized by Google

del DE LUC di $\frac{1}{215}$; (§. 8.); e pretende di ricavare da certe sue sperienze sull'aumento di elasticità dell'aria in un pallone di più di quattro piedi cubici di capacità, che un grado di variazione nel Term. di REAUM. faccia variare il volume dell'aria, o se ciò non ha luogo, la sua elasticità di 4,24383 millesime, ossia di $\frac{1}{235}$ (*a*).

[1] Fuori di SAUSSURE io non trovo nissuno, che attribuisca all'aria una così picciola dilatazione; e neppure chi la voglia minore di quella assegnatale da DE LUC. All'incontro son molti, come si è già veduto, ed oltre i sopra nominati altri pure vi sono, che la stabiliscono, chi di poco chi di molto, maggiore. Così i Sigg. VANDERMONDE, BERTHOLLET, e MONGE la portano a $\frac{1}{184,83}$ per grado REAUM. (*b*).

§. 12. Il cel. LAMBERT Accademico di Berlino nella sua *Pirometria*, dalla temperatura del ghiaccio fino a quella dell'acqua bollente, fa crescere il volume dell'aria da 1000. a 1375: il che viene a $\frac{1}{214,66}$ per grado REAUM.

Nominerò per ultimo uno de' più diligenti Scrittori intorno ai Barometri e Termometri, il Sig. GIO. FEDERICO LUZ, il quale instituite avendo molte sperienze con un termometro d'aria simile a quello dei sopracitati ROY e SHUCKBURGH (consistente in un tubo sottile di vetro, lungo circa 15. pollici, che termina in una sfera; nel qual tubo si era introdotta una colonnetta di mercurio lunga un pollice circa, il resto del tubo e la sfera contenendo l'aria da sottoporsi alle sperienze), trovò che codest'aria privata d'ogni umido per mezzo dei sali, cresceva per gli 80. gr. R. fino all'ebollizione, da un volume come 1000. a 1377,5 (*c*) che fa $\frac{1}{212}$ circa per grado.

§. 13. Questi ultimi due Autori, come si vede, differiscono pochissimo dalla proporzione dataci dal Sig. DE LUC di $\frac{1}{215}$ per grado; e pochissimo differiscono pure i resultati delle mie sperienze, che sono per riferire più abbasso.

Gli altri sopracitati all'incontro differiscono molto, nell'assegnare la quantità della dilatazione dell'aria, e da questi, e tra loro; e tutti ce la danno

---

(*a*) *Essais sur l'Hygrometrie* à Neuchatel. 1783. Ved. §. 113. pag. 108. in una Nota.

(*b*) *Mem. sur le Fer, ec. lu à l'Acad. Roy. des Scien. en Mai* 1787. p. 36.

(*c*) *Vollstaendige, und auf Erfahrung gegründete Bescreibung von allen sowohl bisher bekannten, als auch neuen Barometern ec.* 1774. pag. 414.

[1] *In Br. Ann. è qui ripetuta l'indicazione di* « §. 11. », *mentre in Ant. Coll. trovasi quella di* « §. 12. »: *a partire da questo punto Ant. Coll. presenta, nei confronti con Br. Ann., altre variazioni nell'indicazione dei paragrafi.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

assai maggiore che De Luc: eccetto Saussure, che, come già facemmo osservare, la fa considerabilmente minore, cioè di $\frac{1}{235}$ per ogni grado di calore [1]. Presentando qui sotto gli occhi tutti i riferiti risultati, ecco quali sono gli aumenti di volume che si pretende da diversi Autori che acquisti l'aria per ogni grado di calore del Termometro Reaumuriano, diviso cioè in 80. dal punto della congelazione al punto dell'ebollizione dell'acqua: eccoli disposti in serie cominciando dal più picciolo al più grande.

$\frac{1}{235}$ Saussure	tra i 6. e i 22. gr. Reaum.
$\frac{1}{222}$ Roy	tra i gr. 192. e 212. Fahr.
$\frac{1}{215}$ De Luc	dentro i limiti delle variazioni nella temperatura atmosferica.
$\frac{1}{214,66}$ Lambert	
$\frac{1}{212}$ Luz	per adequato tra il limite del ghiaccio, e il calore dell'acqua bollente.
$\frac{1}{195}$ Roy	per adequato dal 0. Fahr. a 212.
$\frac{1}{192}$ Trembley	nei limiti delle variazioni atmosferiche.
$\frac{1}{190}$ Amontons	
$\frac{1}{184}$ Vandermonde, Berthollet, e Monge.	
$\frac{1}{183}$ Shuckburgh	dai 32. ai 83. Fahr.

[1] *Così in Ant. Coll., mentre in Br. Ann. trovasi*: « prode gradi calore ». [*Nota d. Comm.*].

Digitized by Google

$\frac{1}{178}$ Molti	riportandosi a sperienze altrui, e sì non molto accurate.
$\frac{1}{171}$ ROY	tra i gradi 52. e 62. FAHR.
$\frac{1}{160}$ Molti altri	riportandosi pure a sperienze assai grossolane.

§. 14. Facendo ora il confronto, qual differenza non si scorge dal primo, e dal secondo anche, agli ultimi quattro; e massime all'ultimo! Per grandi però che siano ed esagerate di molto queste proporzioni di $\frac{1}{160}$, di $\frac{1}{171}$ ec. trovo ancora chi ha supposta, o dedotta da qualche sua sperienza, la dilatazione dell'aria molto maggiore, come ERZLEBEN, che la porta ad $\frac{1}{112}$ (*a*), e PRIESTLEY ad $\frac{1}{85}$ circa (*b*). Ma questi si scostano tanto da tutti gli altri risultati, e vanno sì lungi dal vero, e dal verisimile, che non ho creduto di metterli con quelli in linea, e quasi neppur volea accennarli.

§. 15. Vedremo in seguito, che si allontanano dal vero anche tutte le altre proporzioni, che sono maggiori di $\frac{1}{210}$; e che la giusta sta tra $\frac{1}{210}$ e $\frac{1}{220}$, approssimandosi molto ad $\frac{1}{215}$, come ha determinato il Sig. DE LUC.

§. 16. Convien ora passare alla questione, che principalmente ci siam proposta, cioè se la dilatazione dell'aria sia uniforme per tutti i gradi di calore, in guisa che ad eguali addizioni o perdite di calore indicate dal termometro di mercurio, che ne dà la misura sufficientemente esatta (§. 4.), corrispondano sempre eguali aumenti o decrementi nel volume dell'aria: se p. e. quanto acquista di volume crescendo il calore da zero R. a 10. gradi; altrettanto ne acquisti da 10. a 20., da 20. a 30., da 30. a 40., a 50., a 60., ec.: oppure le dilatazioni e condensazioni dell'aria osservino una marcia crescente o decrescente relativamente a delle quantità di calore eguali fra loro; o siano tali dilatazioni in qualsisia modo irregolari.

§. 17. In ciò non sono meno diverse le opinioni, e i risultati delle sperienze dei migliori Fisici: come già si è potuto vedere da ciò che accennato

---

(*a*) *Anfangsgründe der Naturlehre etc. Fünfte auflage. Mit Zusätzen von* G. C. LICHTENBERG. *Göttingen* 1791. §. 471. p. 394.

(*b*) *Experiments and observations on various Kinds of Air, etc. Part.* V. *Sect.* 32.

Digitized by Google

abbiamo. Alcuni di questi con ragionamenti speculativi, più che con prove dirette, sebbene alcune se ne adducano pur anche, cercano di persuadere, che uniforme proceda la dilatazione dell'aria pel calore. Credo poter nominare per il primo il Sig. AMONTONS: giacchè sopra di tal supposizione appar fondata la costruzione del suo Termometro d'Aria (*a*), ossia correzione di quello di DREBBEL. Egli però non si spiega così chiaramente, come un certo Sig. ANAC (*b*) del quale mi piace di riportare quì il seguente passo: « l'ela- « sticità dell'Aria, è un effetto del calore: finchè l'Aria mantiene qualche ela- « sticità, ella è affetta da qualche calore.... Ora il Sig. AMONTONS ha preso per « termine della scala del suo ammirabile e prezioso Termometro, il punto, « in cui *ogni elasticità mancherebbe alla massa d'aria*, ch'egli ha chiusa nel bulbo « di questo suo istromento.... Partendo conseguentemente da questo termine « zero di elasticità; egli conta 52. gradi, o in circa, *tanto di elasticità che di ca-* « *lore*, fino al punto della congelazione dell'acqua; e 73. fino al punto della « ebollizione ec. ». Eguale è il ragionamento del Sig. LAMBERT riportato da LUZ (*c*) ne' seguenti termini.

« Il Termometro d'aria di AMONTONS è stato nuovamente innalzato a « grande stima dal Sig. LAMBERT nella sua *Pirometria*.... Le ragioni, per cui « egli preferisce il Termometro d'aria a tutti gli altri si è: perchè esso *dinota* « *i gradi del calor reale.*

« Il Sig. LAMBERT dice dunque così. L'elasticità dell'aria è puro e sem- « plice effetto del calore. Cessando ogni calore l'aria condenserebbesi tanto, « che tutte le sue parti si toccherebbero, e diverrebbe verosimilmente un corpo « solido. All'incontro fin tanto che l'aria mantiene ancora il minimo grado di « calore ella trovasi dilatata, e non viene a toccarsi in tutte le sue parti. Con- « seguentemente tutto il calore se n'è andato quando l'aria ha tutte le sue « parti serrate addosso in pieno contatto.

« Il Sig. LAMBERT va più avanti, e dice. Se quello spazio, che l'aria viene « ad occupare dal punto della sua totale condensazione fino alla temperatura « del ghiaccio fondente lo dividiamo in 1000. parti, troveremo che il suo vo- « lume acquista riscaldandosi fino al termine dell'acqua bollente ancora 370. « di tali parti. Ora si supponga, che l'aria ridotta per la privazione di calore « alla totale sua condensazione ritenga $\frac{1}{1000}$ del volume, di cui gode alla « temperatura del ghiaccio che si fonde. Si faccia, dice egli, tal supposizione; « giacchè poi l'errore non è grande si ponga lo spazio che occupa l'aria nel « caso del suo totale condensamento, eguale ad 1. intiero, ad ½, o ad ¼ di

(*a*) *Mem. de l'Ac. des Scien.* 1702.

(*b*) *Lettre aux Auteurs du Journal des Sçavants ec. Juillet, Août, et Septembre* 1760.

(*c*) Op. cit. *Anhang die Thermometer betreffend* §. 292.

Digitized by Google

« grado. Finalmente assume il Sig. LAMBERT: che l'aria si condensi sempre « di egual quantità per eguali diminuzioni di calor reale. Da tutto ciò ricava « egli la conchiusione: che il Termometro d'aria, parla un linguaggio intelli- « gibile: ch'esso *indica gradi del calor assoluto, e reale* ».

§. 18. Non mi tratterrò quì ad esaminare se questo ragionamento di LAMBERT, perfettamente conforme a quello del Sig. ANAC, e ai principj di AMONTONS, possa sostenersi in tutte le sue parti, singolarmente per quel che riguarda il *zero assoluto* di calore, e a quali obbiezioni vada soggetto: ciò mi porterebbe ad una troppo lunga digressione; e altronde non è questo il mio scopo; ma soltanto, mettendo in vista i più celebri autori, che vogliono che l'aria si dilati pel calore uniformemente in vera progressione aritmetica, di mostrare, che LAMBERT è uno de' più grandi sostenitori di questo sentimento.

Da questo non si discosta il Sig. DE LUC, il qual pure presume, che le *dilatazioni dell'aria* debbano essere (almeno entro i limiti delle varie temperature cui va soggetta l'Atmosfera, e delle possibili sperienze) *le più proporzionali agli aumenti del calore* (*a*): e vuol dire, se non proporzionali a tutto rigore, molto prossimamente, e più ancora che quelle del mercurio. Ciò, dico, presume DE LUC con delle buone ragioni; sebbene non abbia la cosa per certa, e sperimentalmente dimostrata, diffidando delle prove fatte in piccolo sopra l'aria confinata in vasi ec.; onde lascia luogo a qualche dubbio (*b*). Perciò riportasi più volentieri ad altre sue osservazioni combinate del barometro col termometro nella misura delle altezze de' siti; le quali osservazioni favoriscono la preconcepita idea della uniforme dilatazione dell'aria. « Era molto utile (dic'egli) (*c*), di conoscere la *marcia* dell'*aria* per il *calore*: « e a quest'oggetto ho fatto un gran numero di sperienze per cercare il suo « rapporto con quella del mercurio (IV. Parte, Cap. III.). Risulta da queste « sperienze, che le marcie di questi due fluidi si scostano poco dall'essere pro- « porzionali: ma io non ho potuto scoprire, nè se esse lo siano assolutamente, « e neppure se le condensazioni dell'*aria* seguano una marcia *crescente* o *decre- « scente* comparativamente a quella del *mercurio* ».

§. 19. Ai tre sopraccitati autori, che stanno decisamente per l'esatta dilatazione dell'aria corrispondente ai gradi di calore, ed a DE LUC, che la suppone tale, o quasi tale, possiamo aggiugnere il Cav. SHUCKBURGH; il quale da alcune sue diligenti sperienze, e dirette osservazioni, ricava, che almeno dai gr. 32. FAHR., ossia limite del ghiaccio, fino alli 83., cioè per la

(*a*) Op. cit. II. Partie. Chap. II. *Considerations sur les solides et sur l'Air, relativement au Thermometre.*

(*b*) L. c. §. 420. e 421. v.

(*c*) §. 421. II.

Digitized by Google

estensione di 22. in 23. gradi REAUM. cominciando dal zero, siano affatto proporzionali le dilatazioni dell'aria agli aumenti del calore. « È stato so-
« spettato (così si esprime (*a*)) in conseguenza di alcune sperienze fatte da un
« ingegnosissimo Membro di questa Società, che l'aria non si espanda unifor-
« memente col mercurio; ossia che i gradi di calore, che mostra un termometro
« di mercurio, vengano espressi in un manometro, o termometro d'aria da spazj
« ineguali in una certa ragione geometrica. Io non nego questa proposizione;
« ma neppure assentire vi posso, se debbo prestar fede alle mie proprie spe-
« rienze, le quali certamente dimostrano, che questa ragione, se non è vera
« aritmetica, è così prossimamente tale, da non poter cagionare sensibile errore
« nella misura delle altezze col barometro ».

§. 20. Vengano ora quelli, che adducono sperienze in prova del contrario, e pretendono dimostrare che lungi dall'essere le dilatazioni e condensazioni dell'aria uniformi, cioè proporzionali ai veri incrementi e decrementi del calore, siano più o meno ineguali per eguali quantità del medesimo, e sieguano una marcia in un modo o nell'altro irregolare, e quasi capricciosa. Il primo, che si affaccia è il già più d'una volta citato Col. ROY; le cui sperienze fatte con quel suo termometro d'aria, o manometro, ci mostrano le dilatazioni dell'aria procedere affatto irregolarmente, con una marcia prima crescente, poi decrescente, comparativamente a delle quantità di calore fra loro eguali, cioè crescenti, e sì con passo piuttosto rapido, dal zero di FAHR. fino a' 62. gradi circa; e decrescente pian piano da lì innanzi fino ai gradi 212., ossia termine dell'acqua bollente: come accennato abbiamo di sopra; e più distintamente apparirà dalla tavola da esso autore esposta nella cit. Memoria inserita nelle Transazioni Filosofiche (*b*), e che qui stimiamo opportuno di riportare [1].

(*a*) Phil. Trans. Vol. o Mem. cit. p. 565.

(*b*) Vol. LXXVII per l'anno 1777. Part. II. pag. 704.

[1] *Segue la tavola alla pagina successiva a questa.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

SPAZJ TERMO-METRICI	SPAZJ MANOME-TRICI	Espansioni totali per gradi sopra zero in parti 1000.	Differenza di espansioni in parti 1000.	Rata per ciascun gr. in parti 1000.
212	212.	484,210		
			40,199	2,00995
192	194,4	444,011		
			41,559	2,07795
172	176,2	402,452		
			42,949	2,14745
152	157,4	359,503		
			44,310	2,21550
132	138.	315,193		
			45,680	2,28400
112	118.	269,513		
			47,507	2,37535
92	97,2	222,006		
			24,211	2,42110
82	86,6	197,795		
			25,124	2,51240
72	75,6	172,671		
			25,581	2,55810
62	64,4	147,090		
			26,037	2,60370
52	53.	121,053		
			25,124	2,51240
42	42.	95,929		
			24,211	2,42110
32	31,4	71,718		
			23,297	2,32970
22	21,2	48,421		
			22,383	2,23830
12	11,4	26,038		
			26,038	2,16983
0	———	———		

Da questa tavola scorgesi, come la massima dilatazione dell'aria è tra i 52. e 62. gradi FAHR. (circa ai 9. e 13. REAUM.); che viene ad essere gradatamente minore sì sopra che sotto; e che la minima è tra i 192. e 212. FAHR. (tra i 70. e 80. REAUM.).

§. 21. Una *marcia* simile in parte a questa, cioè *crescente* dal zero REAUM.

Digitized by Google

fin verso i 20. gradi, ma più di tutto tra i 10. e i 16. per un'aria secchissima; e per una discretamente secca fin verso i 30. gradi; ma poi presso a poco *uniforme* progredendo ai 60. tranne alcune picciole irregolarità, indi *decrescente* fino agli 80. gr.; una tal marcia molto più irregolare ci offrono le sperienze del Sig. Luz, fatte con metodo ed apparato non molto diversi da quelli di Shuckburgh, e di Roy, siccome notato abbiamo di sopra: i resultati delle quali sperienze son compresi in quest'altra piccola tavola (*a*).

Termometro Reaumuriano.	Con aria diseccata da Sali.		Con aria asciutta atmosferica.	
	Volume ossia grado della medesima	Differenza	Volume ossia gradi della medesima	Differenza
80	1377,5	45,5	1383,5	39,5
70	1332.	46.	1344.	45.
60	1286.	48.	1299.	47.
50	1238.	48.	1252.	47.
40	1190.	47,2	1205.	47.
30	1142,8	46,3	1158.	55,5
20	1096,5	49,5	1102,5	53,5
16 $\frac{3}{4}$	1081,2		1085.	
10	1047.	47.	1049.	49.
0	1000.		1000.	

(*a*) Luz, Op. cit. pag. 424.

Digitized by Google

Or questa marcia crescente dai più bassi gradi fino ad un calor moderato, poi decrescente ne' gradi di calor forte, a misura che si va vicino alla temperatura dell'acqua bollente, è cosa ben singolare, e difficilmente pare che si possa credere. Pur tale la vogliono i citati ROY, e LUZ, e la deducono senza alcun dubbio da quelle loro sperienze coi descritti termometri d'aria, o manometri, per l'aria secca.

§. 22. Le prove all'incontro sopra l'aria satura di vapori han presentato a quest'ultimo (*a*) una marcia molto crescente nelle dilatazioni di tal aria comparativamente a gradi di calore fra loro eguali: molto dico, crescente, comechè irregolarmente; e ciò dal zero REAUM. fino a 40. gr., ma da 40. innanzi decrescente. Cioè il volume dell'aria, che a zero era eguale a 1000. acquistò 48. da 0. a 10. gradi: 73. da 10. a 20. gr.: 84. da 20. a 30. : 105,5. da 30. gr. a 40.: e qui poi cominciò a cambiarsi la marcia, e a farsi decrescente; giacchè da 40. a 50. gr. l'aumento di volume in quell'aria non fu più che di 82.

Simili prove fatte dal Col. ROY sopra dell'aria umida a ribocco, ebbero un altro successo; cioè gli mostrarono, che tal aria seguiva nel dilatarsi una marcia molto crescente non solo dal termine del ghiaccio fino a 30. e 40. gradi REAUM.; ma assai più avanti ancora, e per tutta la scala dal zero FAHR. fino al calore dell'ebollizione, e sì crescente in una proporzione sempre maggiore, come si rileva da altra sua tavola (*b*); che è intitolata: *Risultati di sperienze sull'espansione dell'aria artificialmente umettata, mediante l'ammissione di vapori, e talvolta di acqua, nel bulbo del manometro.*

§. 23. Non v'è dunque molto accordo tra i risultati delle sperienze di ROY e quelli delle sperienze di LUZ, intorno alle dilatazioni dell'aria umida: e la principal ragione di codesta discrepanza sta verosimilmente nella maggior quantità di umido, che il primo introdusse nella sua aria; come avrò occasione di spiegare in altro luogo. Checchè ne sia, lasciamo per ora da parte tali sperienze soggette troppo ad anomalìe, e di quelle altre torniam pure a parlare degli stessi due autori, sopra l'aria secca, i cui risultati, se non sono pienamente conformi, non discordano neppur molto tra loro.

§. 24. Se tali risultati fossero veramente costanti, e non andassero simili sperienze soggette ad eccezione, si dovrebbe dunque decidere, che anche l'aria secchissima si dilati pel calore difformemente, seguendo una marcia, ora crescente, ora decrescente; e avrebber torto AMONTONS e LAMBERT cogli altri che supposero, ed anche credettero di stabilire coll'esperienza, le dilatazioni dell'aria affatto regolari ed uniformi, procedenti cioè in semplice progressione aritmetica. Ma io mostrerò in seguito, che questi piuttosto la indovinarono; e che all'incontro ROY e LUZ, e chiunque crede aver trovato,

(*a*) LUZ, Op. e l. cit.

(*b*) Philos. Trans. Vol. e Mem. cit. pag. 705.

Digitized by Google

che le dilatazioni e condensazioni dell'aria sieguano una marcia non eguale ed uniforme, ma crescente o decrescente corrispondentemente a delle quantità di calore eguali fra loro, vanno sicuramente errati; e svilupperò pur anche le ragioni e circostanze, che han potuto indurli in tali errori.

§. 25. Meno male però, che le deviazioni da tal marcia uniforme, che i due autori ultimamente citati credono avere scoperte, quantunque considerabili, non sono poi molto grandi; come dalle riportate tavole (§. 18. e 20. [1]) si vede. Ma che dobbiam credere e pensare delle nuove sperienze de' Sigg. DUVERNOIS, e GUYTON, conosciuto già sotto il nome di MORVEAU; dalle quali risultano deviazioni ed irregolarità grandissime e incomprensibili? Certamente che per qualche accidente, per l'apparato troppo composto, di cui si sono serviti, per questa o quella circostanza, che ora non mi fo ad esaminare, vi si sono introdotti degli errori, ed errori troppo considerabili.

Cotale apparato e le sperienze con esso vengono ampiamente descritte nell'eccellente articolo *Aria* della nuova *Enciclopedia metodica* (*a*); del quale articolo, siccome degli altri tutti di quel volume è autore uno di que' medesimi, che di esse sperienze si occuparono, cioè il Sig. MORVEAU. Il Sig. DUVERNOIS però è quegli, che prese sopra di sè la più gran parte di travaglio in questa lunghissima serie di laboriose sperienze sulla dilatazione non solo dell'aria comune ma di diversi gas, ossia arie fatizie. Or dunque queste sperienze, che lo hanno occupato (dice Morveau) vicino a due mesi « l'hanno « condotto molto più lungi che non avevamo immaginato dapprima; poichè « gli hanno fatto scoprire nella dilatazione dei fluidi aeriformi, un accresci- « mento progressivo notabilissimo, che io non so che sia stato fino ad ora so- « spettato, o almeno stabilito coi fatti ».

§. 26. Il Sig. MORVEAU avea pur veduto nella memoria del Col. ROY, da lui poco prima citata, e nelle tavole del medesimo (*b*) gli esempj di una simile marcia crescente nelle dilatazioni dell'aria per tacere d'altri esempj che ne somministrano parimenti le sperienze di LUZ (*c*). Ma è così picciolo presso questo cotal crescimento progressivo, in un confronto di quello che ci offrono le sperienze di DUVERNOIS; che ha forse creduto MORVEAU di neppur farne caso e di poter attribuire tutta a sè e al compagno la pretesa scoperta: molto più, che un'altra solenne differenza passa tra le sperienze degli uni, e degli altri. In quelle cioè di ROY e LUZ, oltre essere di poco rilievo il progressivo aumento nelle dilatazioni dell'aria questo anche si os-

(*a*) *Enciclop. Method. Chimie Pharm. et Metallurg.* t. I. II. Padove 1790. Vegg. ancora *Annales Chymie.*

(*b*) *Phil. Trans.* p. 700. e seg. tab. I. II. III.

(*c*) Loc. cit.

[1] *Così in Br. Ann., mentre le tavole trovansi invece riportate nei paragrafi* 20 *e* 21. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

serva soltanto dal zero FAHR. o REAUM. fino verso i 15. o 20. gr. REAUM., e dopo i 20. 30. 40. sieguono le dilatazioni una marcia piuttosto decrescente (come sopra si è detto); laddove nelle sperienze di DUVERNOIS, è grandissimo tale aumento, e continua sempre collo stesso tenore fino almeno alla temperatura dell'acqua bollente; anzi diviene la marcia delle dilatazioni crescente in più alta proporzione. Eccola quale ci viene presentata in una tavola, che comprende i resultati delle sperienze non solo sopra l'Aria comune, ma ben anche sopra varj *gas*.

TAVOLA [1]

Delle espansioni dell'Aria, e de' Gas per il calore, osservate di 20. *in* 20. *gradi, dalla congelazione fino all'ebollizione dell'acqua; e delle quantità totali di dilatazione fra questi due limiti:*

SI DILATA	da 0. a 20. gr.	da 20. a 40. gr.	da 40. a 60. gr.	da 60. a 80. gr.	da 0. a 80. gr.
L'aria comune	$\frac{1}{12,67}$	$\frac{1}{5,61}$	$\frac{1}{2,49}$	$\frac{1}{3,57}$	$\frac{1}{1,067}$
L'aria vitale	$\frac{1}{22,12}$	$\frac{1}{4,92}$	$\frac{1}{1,53}$	$3+\frac{1}{1,73}$	$4+\frac{1}{2,09}$
Il Gas azoto	$\frac{1}{29,41}$	$\frac{1}{5,41}$	$\frac{1}{1,82}$	$5+\frac{1}{5,72}$	$5+\frac{1}{1,065}$
Il Gas idrogeno	$\frac{1}{11,91}$	$\frac{1}{6,92}$	$\frac{1}{6,85}$	$\frac{1}{58,82}$	$\frac{1}{2,55}$
Il Gas nitroso	$\frac{1}{15,33}$	$\frac{1}{9,00}$	$\frac{1}{5,739}$	$\frac{1}{6,28}$	$\frac{1}{1,65}$
Il Gas acido carbonico	$\frac{1}{9,049}$	$\frac{1}{5,099}$	$\frac{1}{2,31}$	$\frac{1}{3,69}$	$1+\frac{1}{106,3}$
Il Gas ammoniaco	$\frac{1}{3,58}$	$\frac{1}{1,75}$	$3+\frac{1}{1,35}$	$3+\frac{1}{4,69}$	$5+\frac{1}{1,248}$

[1] *In Br. Ann. questa tavola si presenta male impaginata: ciò ha dato luogo ad una errata riproduzione in Ant. Coll. e nel Supplemento di Chimica.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

§. 27. Stando a questi risultati, la dilatazione di ogni specie di aria eccetto le ultime due, è ben piccola per i primi 20. gradi sopra la congelazione, per parlare solamente di quella dell'aria comune, non giunge essa per tutti cotesti 20. gradi a 8. 100^{me} del volume primitivo, o ad $\frac{1}{254}$ per grado. Ma dai 20. ai 40. gradi quanto è più grande! Essa va a 17. in 18. 100^{me}, che fa poco meno di $\frac{1}{112}$ per gradi. E quanto più grande ancora dai 40. ai 60. gradi; pe' quali, s'aggiungono all'aria ben 40. 100^{me} del volume originario; ossia $\frac{1}{50}$ circa per grado! Finalmente dai 60. agli 80. gradi l'aumento appare di 28. 100^{me} solamente cioè, minore dai 40. gradi ai 60., ma ciò attribuisce il Sig. MORVEAU ad una porzione d'aria stata per avventura assorbita dal mercurio, per un principio di calcinazione del medesimo a quell'alta temperatura; ed è persuaso, che senza un tal consumo sarebbe comparso, il volume dell'aria ampliato molto dippiù: insomma che le dilatazioni dell'aria sieguano una marcia sempre crescente ed in una molto alta proporzione, per eguali gradi di calore, quanto più è elevata la temperatura.

§. 28. Una cotal marcia nelle dilatazioni dell'aria, per cui acquisti cinque volte più aumento il suo volume da' 40. ai 60. gradi REAUM. che da 0. a 20., è oltremodo sorprendente; e confesso, che non ho potuto vederla quale il Sig. MORVEAU ce la presenta: molto meno le marce ancora più strane, e irregolari dell'*aria vitale*, e del *gas azoto*. Sospettai dunque a dirittura di qualche errore; e che cagione essere ne potesse in parte l'apparato, di cui si servì il Sig. DUVERNOIS; e più di tutto l'umido che per avventura non fu escluso come conveniva da' vasi, e potè accrescere or di molto, or di moltissimo, ne' gradi di temperatura elevata, l'apparente espansione dell'aria: conforme alle sperienze appostatamente fatte sovra l'aria umida ed umidissima dai Signori ROY e LUZ, che accennate pur abbiamo (§. 21. 23.).

§. 29. Se in ciò ho avuto ragione, o nò, vedrassi dalle mie sperienze meno operose, ma ben più decisive, che sono per riferire; e dippiù vedrassi come ciascuno degli altri valenti Fisici sopraccitati, che ci hanno presentate diverse dilatazioni dell'aria pel calore (Vegg. §. 13.), può aver ragione: cioè come i risultati delle loro sperienze, per quanto disparati appajono, possono trovarsi tutti giusti, e conciliarsi benissimo, attesi i differenti gradi di temperatura, entro i quali si contenessero le rispettive sperienze, ed altre circostanze, che le accompagnarono.

§. 30. Intanto fermandoci a considerare semplicemente la gran differenza ne' risultati di tanti celebri autori, e nell'arte di sperimentare sagacissimi, non possiamo non concepirne gran meraviglia. E da che mai po-

Digitized by Google

trebbe credere se accennato già non l'avessimo, che provengano tali, e tanto grandi discrepanze? Forse che sia più difficile il notare, e ridurre a giusta misura la dilatazione dell'aria pel calore, che quella del mercurio, e degli altri fluidi? Ciò non pare: anzi essendo che l'aria si dilata assai più degli altri fluidi, dovrebbe pure riuscir più facile di assegnare la dilatazione sua, che corrisponde a ciascun grado di calore. Sarà dunque, che le sperienze riescano incostanti, fallaci, o siano soggette ad equivoco, per qualche aggiunto o circostanza estranea, che influisca più o meno sulla dilatazione che si osserva nell'aria, e ne turbi in tal guisa e mascheri il genuino risultato? Così appunto: vi ha qualche cosa, a cui non si è fatto abbastanza attenzione, che accresce talvolta a dismisura l'apparente dilatazione dell'aria; ed è l'umidità, come abbiamo poco sopra accennato; o a meglio dire sono quei vapori acquei, che vanno formandosi in ragione che cresce il calore: vapori elastici aeriformi anch'essi, finchè dal freddo non tornano a disfarsi, i quali aggiungono il loro volume a quello dell'aria, cui s'uniscono, e un volume considerabile; anzi talora sì grande, che va ad essere, quando eguale, quando due, tre volte maggiore, e più ancora di quello dell'aria stessa, secondo che il calore cresce; e arriva a 65. 70. 75. gr. REAUM., come mostrerò e farò toccar con mano.

§. 31. Ma che diremo di quelle prove, che si son fatte, introducendo, invece d'acqua, mercurio nel Termometro d'aria, o con altri apparati diversi (giacchè quasi ogni Fisico, che sia applicato a simili ricerche, ha il suo, che ha cura di descriverci, e che preferisce ad ogni altro), e dalle quali prove nulla di meno risulta ancora tanta differenza? Noi diremo, che per lo più, cioè, dove e quando la dilatazione dell'aria è parsa grande di $\frac{1}{220}$ per ogni grado REAUM. di calore, non si son poste le attenzioni, e cautele necessarie, per escludere qualche residuo d'acqua, se non altro quell'umido velo invisibile che sta ostinatamente attaccato alle pareti del vetro, e ad espellere il quale convien riscaldare ben bene a vivo fuoco tutto il recipiente, o meglio empirlo di mercurio, o d'olio, e farveli bollir dentro.

§. 32. Così ho fatt'io, quando sorpreso non meno, che mal soddisfatto di tanta discrepanza ne' risultati dalle pruove altrui e soprattutto colpito dagli stragrandi inconcepibili accrescimenti nelle dilatazioni dell'aria presentatici da DUVERNOIS e MORVEAU (§. 27. [1]) ho voluto intraprendere ancor'io nuove sperienze sulla dilatazione dell'aria per le quali stimai di non dipartirmi dal più semplice apparato, che è ancor quello del Termometro Drebbelliano.

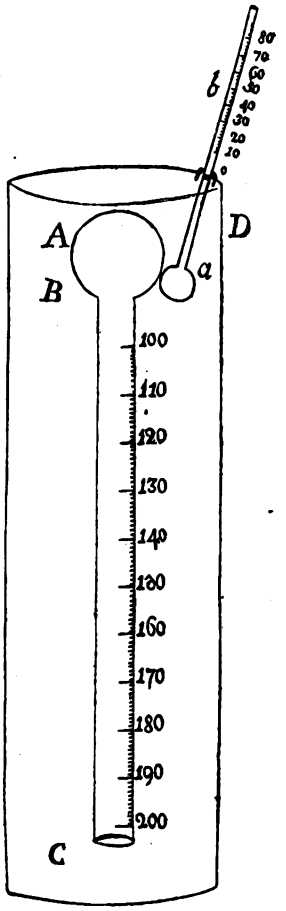
Mi son dunque servito di varj di questi termometri, tutti grandi anzichè nò, come *A. B. C.* (vegg. la tavola [2]) avente il tubo *C. B.* lungo 15. in 16. pol-

[1] *Corrispondente a* §. 28 *in Ant. Coll.* [*Nota della Comm.*].

[2] *Vedasi la figura unita a questo paragrafo.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

lici, del diametro di due in tre linee, ben calibro (*a*), e graduato. Questo termometro Drebbelliano, contenente aria naturale in tutto il bulbo *A*, ed una picciola parte del tubo fino ad un punto segnato 100., e sotto tal punto, per tutto il resto del tubo graduato in tante 100^me^, ripieno or d'acqua, or d'olio, or di mercurio, lo seppelliva in una campana di vetro *D. C.* piena



d'acqua fin sopra detto bulbo, nella qual acqua pescava un altro delicato termometro di mercurio *a b* ad oggetto d'indicare la temperatura del bagno, e quindi pure quella dell'aria confinata nell'indicato spazio *B. A.*

Sendo dunque la temperatura quella del ghiaccio, cioè il termometro REAUM. marcando 0. (il che si può ottener sempre in tal mio apparato, col metter a bagno, alcuni pezzi di ghiaccio), e il volume dell'aria confinata nel

(*a*) Essendo difficilissimo avere de' tubi esattamente calibri di tal grossezza, convien farvi l'opportuna correzione; la qual cosa non è difficile, ma solo alquanto lunga e nojosa; com'è di segnare nel tubo gli spazj che occupano varie porzioni eguali di mercurio ec.

Digitized by Google

bulbo del Termometro Drebbelliano, e libera di estendersi nel tubo *B. C.*, essendo es. gr. eguale a 100. voglio dire arrivando al punto segnato con tal numero, mi faceva ad osservare quanto crescesse da tal volume, a misura ch'io innalzava a riprese il calore del bagno, e quindi anche della detta aria confinata, mediante l'estrarre con un sifone dalla campana or poca, or molta quantità d'acqua fredda, e rimetterne, versandovela con una mestola, della calda: osservava, dico, attentamente gli aumenti del volume d'aria così confinata, per ciascun grado di calore, o almeno di due in due, da 0. fino a 75. ed anche fino a 78. 80., e più (per ottenere i quali ultimi gradi versava nella campana acqua salata bollente, che si sa essere più calda di alcuni gradi dell'acqua bollente semplice): siccome poi osservava più attentamente ancora il ristringimento del volume di detta aria nella successiva gradata diminuzione di calore, fino alla temperatura dell'ambiente, quale raffreddamento riuscendo più regolare e lento, mi dava anche campo di segnare con maggior esattezza la diminuzione di volume portata da ogni grado. Però di questa esattezza mi teneva io sicuro, e contento della mia osservazione, allora soltanto, che potea notare l'istesso volume dell'aria per gl'istessi gradi di calore, sì nell'avanzamento, che nel ritorno del calore, cioè trovare, che allo stesso grado, p. e. 60. R., e quando vi saliva dal freddo e quando vi discendeva dal maggior caldo, fosse il volume dell'aria, sì l'una che l'altra volta, eguale a 127. in 128.; e così poi degli altri gradi: il qual accordo ho avuto la consolazione di trovare quasi sempre, se non coll'ultima precisione, con una sufficiente giustezza.

E quì dirò, che, per avere una scala più sensibile, mi sono servito soventi volte di bulbi più capaci, che contenevano cioè, quali 200., quali 300. contro 100. del tubo graduato ec.

§. 33. Volendosi tutta l'esattezza nel misurare col nostro apparato l'accresciuta elasticità dell'aria, ossia l'aumento del suo volume per ciascun grado di calore, convien riflettere, che tal aumento non corrisponde pienamente a tal elasticità, ossia non riesce effettivamente tutto quello, che dovrebbe essere a motivo della pressione, che s'accresce a quell'aria confinata, a misura che allungandosi essa nel tubo, ed abbassandosi in conseguenza la colonna fluida, *B. C.*, il suo livello sta più sotto, e dista più da quello dell'acqua nella campana. Dovrebbesi dunque ad ogni osservazione alzare il Termometro Drebbelliano *A. B. C.* tanto che il fluido esterno ed interno fossero sempre a livello oppur sempre superiore uno all'altro di egual tratto. Ma con ciò venendo tirato fuori dal bagno il bulbo *A.* in un ambiente diverso, e a cambiarsi troppo presto la sua temperatura, ne nascerebbe maggior errore. È dunque assai meglio lasciarlo sempre sommerso tutto; con che anche si osserva più appuntino il limite tra l'aria confinata, e la colonna del liquido che sta sotto, sia questo acqua, sia olio; e fare invece la debita cor-

Digitized by Google

rezione, secondo che importa la maggiore o minore pressione della colonna d'acqua più o men alta nella campana.

Questa correzione si riduce a doversi valutare di $\frac{1}{100}$ più grande il volume d'aria, di quello che effettivamente si osserva, per ogni 3 $\frac{3}{4}$ pollici circa di acqua in detta campana sopra il livello dell'acqua nel tubo; giacchè 3 $\frac{3}{4}$ poll. sono una 100ma parte di quella colonna d'acqua che può far equilibrio a 28. pollici circa di mercurio, e quindi alla pressione ordinaria dell'atmosfera. E siccome per tutto il tempo, che durano l'esperienze si tiene la campana presso a poco egualmente piena, e il livello nel tubo *B. C.* era dapprincipio, cioè per la temperatura del ghiaccio, al punto segnato 100.; così poi basterà contare da questo punto la depressione dell'acqua nel detto tubo, per calcolare l'aumento di pressione, che soffre, in ragione di $\frac{1}{100}$, come si è detto, ogni 3 $\frac{3}{4}$ pollici.

Che se il tubo *B. C.* contenesse invece d'acqua olio, che è specificatamente più leggiero, col deprimersi la sua colonna di 3 $\frac{3}{4}$ pollici non verrebbe già ad accrescersi la pressione all'aria confinata alla parte superiore di $\frac{1}{100}$ ma meno, in ragione appunto della minore gravità specifica di esso olio. Così e. g. se fosse olio di lino, la cui gravità specifica è di $\frac{1}{16}$ circa minore di quella dell'acqua, ci vorrebbero da 4. pollici invece di $\frac{3}{4}$ di depressione della colonna perchè venisse di $\frac{1}{100}$ premuta e condensata l'aria ec.

§. 34. Vengo ora alle sperienze, che ho fatte col descritto semplice apparato (Ved. la Tav.) tenendo confinata l'aria nella parte superiore del Termometro Drebbelliano *A. B. C.* or con acqua, or con olio; e non comincio dalle prime coll'acqua, ma da quelle coll'olio, che servono assai meglio, sì a stabilire la vera e propria dilatazione dell'aria sola, che a dar lume alle altre, in cui sopravvengono nuovi vapori acquei, od altro fluido elastico. Tralasciando però di descriverle minutamente, e di far parola de' piccioli accidenti, che turbar possono qualche poco l'espressione genuina anche di queste, in cui mi son servito d'olio, e necessitano qualche leggier correzione, ne riferirò quì soltanto i principali, e più sicuri risultati, ridotti con queste cor-

Digitized by Google

rezioni, e segnatamente con quella sopra indicata riguardo alla colonna d'acqua premente più o men alta. Ecco dunque quali sono.

Se pieno il bulbo del Termometro Drebbelliano con una porzione del tubo graduato di aria, il resto di codesto tubo lo sia di olio d'olivo, o di lino ben purgato, sicchè questo liquore non contenga nè aria, nè acqua e se niente pure di acqua sia rimasta attaccata alle pareti del vetro (al fine vi fo bollir dentro previamente l'olio medesimo) allora per ogni grado di calore del Termometro Reaumuriano acquista l'aria confinata un aumento di circa $\frac{1}{216}$ del volume che ha alla temperatura zero: acquista, dico, un tal aumento di volume, egualmente a principio cioè poco sopra la temperatura del ghiaccio, come avvanzandosi verso il termine dell'acqua bollente: di maniera che, passando da 0. a 20. gradi, l'aria si estende da 100. di volume a 109 $\frac{1}{4}$ circa, riscaldata a 40. gradi viene il suo volume aggiungendovisi similmente altri 9 $\frac{1}{4}$, a 118 $\frac{1}{2}$; per 60. gradi a 127 $\frac{1}{4}$ [1], e finalmente per 80. gradi giunge ad occupare un volume di 137. circa.

È dunque uniforme ed equabile prossimamente la dilatazione dell'aria pel calore, cioè proporzionale agli aumenti del medesimo per tutta l'estensione, che v'è tra la temperatura del ghiaccio, e quella dell'ebollizione dell'acqua: e abbiam fondamento di credere, che lo sia ben anche per molti altri gradi sopra e sotto tali termini. Dico prossimamente, perchè non oserei ancora asserire, che tale rapporto si osservi colla più rigorosa precisione, ma con quella solamente, che permettono simili sperienze e nel modo che le ho fatte io, ponendovi quella diligenza e accortezza, che mi è stata possibile.

§. 35. Per non mancare in alcun punto ho avuto cura di notare qual fosse il volume dell'aria, non sol di 20. in 20. gradi, o di 10. in 10.; ma per ciascun grado di calore, o almeno di 2. in 2., e ciò tanto nel crescere di esso per l'affusione di acqua calda nella campana, quanto e con più di pazienza, nel retrogradare, cioè nel successivo spontaneo raffreddamento; il quale succedendo con più lentezza, e regolarità mi dava campo, e di cogliere più opportuno il vero grado di calore, e di segnare con maggior esattezza la diminuzione del volume dell'aria occasionata da ogni grado di raffreddamento. Del resto io non era pienamente contento delle mie osservazioni, come ho già sopra accennato, se non quando potea notare l'istesso volume dell'aria per gli stessi gradi di calore, sì nell'avvanzamento, che nel ritorno, cioè riscon-

[1] *Tanto in Br. An. che in Ant. Coll. trovasi* « 127 ¼ »: *sembrerebbe di non poter escludere che per un errore tipografico sia risultato stampato* « 127 ¼ » *invece di* « 127 ¾ », *il quale corrisponderebbe ad un aumento costante di volume di* 9 ¼ *nel passare da* 40 *a* 60 *gradi e da* 60 *ad* 80 *gradi Reaumur.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

trare, che allo stesso grado, es. gr. 40mo, sì quando vi saliva dal freddo, come quando vi discendeva da maggior caldo 119. avesse l'aria che a zero era 100. un volume eguale a 118. in 119. tanto l'una quanto l'altra volta, e similmente degli altri gradi, il qual accordo ho avuto la consolazione di trovare come già dissi quasi sempre se non coll'ultima precisione con una sufficiente giustezza.

§. 36. Intanto per ciò, che riguarda l'equabilità (ed è questo il punto essenziale su cui mi piace d'insistere, essendo su di ciò opposte le opinioni di que' Fisici, i quali come abbiam veduto, tengono che l'aria si dilati non uniformemente, e massime di MORVEAU, il qual pretende avere scoperto che sieguano le sue dilatazioni una progressione molto crescente) per ciò, dico, che riguarda l'equabilità ed uniformità in coteste dilatazioni dell'aria posso con tutta sicurezza asserire che non vi ha alcun deviamento o almen tale, che sia sensibile, per tutti gli 80. gr. del Termometro REAUM. sopra indicati; in guisa che, se partendo da una temperatura bassa, cioè da 0. a 20., o da 10. a 30. è cresciut$_o$ il volume originario dell'aria per tali 20. gradi di maggior calore di 9 $\frac{1}{4}$ 100^{me} circa, di altre 9 $\frac{1}{2}$ in vera e semplice progressione aritmetica è cresciuto parimenti per 20. gradi di calore, partendo da altre temperature più alte, come da 30. gradi a 50., da 50. a 70.; e così pure da 15. a 35., da 40. a 60. ec., ed altrettanto poi si è diminuito ritornando da 60. a 40. In somma a 20. gradi di cambiamento della sua temperatura presi da qualunque punto han corrisposto sempre 9 $\frac{3}{4}$ 100^{mi} circa: col qual *circa* voglio dire, che se non ho potuto precisar sempre 9 $\frac{1}{4}$ giusti, ho sempre però osservato un poco più di 9. e meno di 10.

§. 37. Tali furono costantemente i risultati delle mie sperienze sulla dilatazione dell'aria, quando impiegai l'olio nel mio apparato a tenerla confinata. Ma ben diversi gli ottenni quando non da olio ma da acqua era occupato l'istesso tubo del Termometro Drebbelliano. Allora l'aria confinata in cima trovandosi in contatto dell'acqua, veniva il suo volume a dilatarsi a dismisura, giunto che si fosse ad una temperatura alta, per poco che si accresce ancora il calore. In breve le sue dilatazioni procedevano nel seguente modo.

§. 38. Fino ai 10. 15. 20. gradi sopra il punto della congelazione, si dilatava quell'aria presso a poco dell'istessa quantità, come nelle altre sperienze sopra riferite, cioè di $\frac{1}{216}$, o poco più di $\frac{1}{210}$ di $\frac{1}{205}$ di $\frac{1}{200}$ per grado: cosicchè se il suo volume era 100. alla temperatura del ghiaccio, innalzato il calore a 20. gradi R., arrivava a 109 $\frac{1}{2}$, o 110. al più. Ma passando

Digitized by Google

avanti, gli aumenti di volume per eguali addizioni di calore divenivan più grandi di detta proporzione con un eccesso via via maggiore, tal che per altri 20. gradi, cioè 40. sopra 0. si andava fino al volume 130., invece che avrebbe dovuto essere soltanto $118\frac{1}{2}$, per 60. in 61. gradi fino al volume 200. circa, invece di $127\frac{3}{4}$, per 71. in 72. gradi si giugneva al volume 400., per gradi 74. in 75. 76. al volume 500. 600. ec.

§. 39. Or dunque è evidente, che non è già l'aria, che cresca sì fattamente di volume; ma che vi si aggiunge quello de' vapori elastici dell'acqua prodotti mano mano dal calore; sebben disti ancora non poco tal calore dal termine dell'ebollizione. S'ella è così, come non può dubitarsene, la trasformazione dell'acqua in vapor elastico apparentemente aeriforme, non richiede dunque assolutamente tanto calore quanto è necessario all'ebollizione; ma ne basta un molto minore; e basta sì a produrne in copia assai grande: il che per avventura non si sarebbe creduto. Ecco infatti come richiedendosi pure 80. gradi R. per l'ebollizione dell'acqua (sotto la pressione ordinaria dell'atmosfera) sono sufficienti 60. o poco più per formare tanto vapor elastico, che viene a duplicare il volume di quell'aria che l'accoglie in seno, cioè a portare il di lei volume proprio cresciuto per tal calore da 100. a $129\frac{1}{2}$ fino a 200.: ecco come 72. gradi di calore producono tale quantità di questo vapore acqueo aeriforme, che misto similmente all'aria ne quadruplica il volume; e 75. gradi tanto, che giugne a quintuplicarlo ec. Con 76. in 77. gradi ho visto arrivare il volume dell'aria in contatto dell'acqua da 100. a 550., e fino 600. nel qual caso, essendochè l'aria sola, senza addizione di vapori si sarebbe dilatata soltanto fino a 135. circa come mostrano le antecedenti sperienze fatte coll'olio; è visibile, che di quel gran volume, $\frac{3}{4}$ e più son formati dal vapore aggiunto all'aria.

Bella cosa poi è il vedere il ristringimento di tal volume per la gradata deperdizione del calore: cioè come per un grado solo, che va mancando dai 76. ai 75. sale l'acqua su pel tubo non meno di 40. 100^{me} del volume primitivo; indi più poco di mano in mano, però ancora di $\frac{10}{100}$ dai 65. ai 64. gradi; di $\frac{4}{100}$ dai 60. ai 59.; di $\frac{3}{100}$ da 57. ai 56. gradi; di $\frac{2}{100}$ da 48. ai 47. gradi che è il doppio ancora, e più di quel cambiamento di volume, cui soggiace pel mutato calore di un grado l'aria sola la quale cioè nè riceva nuovi vapori acquei, nè venga a deporne: come appunto ne va esente con-

Digitized by Google

fidandola [1] alla mia maniera nell'olio di lino bollito al recipiente medesimo *A. B. C.*; giacchè questo liquore non dà vapori elastici, almeno in quantità notabile, fino alla temperatura a cui l'ho portato, cioè di 78. gradi REAUM. circa.

§. 40. Così grande e prodigiosa riesce l'apparente dilatazione e condensazione dell'aria per pochi gradi di calore, che acquisti o perda, allorquando trovasi la medesima in pieno contatto coll'acqua, e di questa ve n'ha in tanta dose, che non possa mancare di fornir vapori, quanti il calor che s'induce può produrne: poichè altrimenti se poco è l'umido, s'egli è quel solo, che trovasi d'ordinario aderente alle pareti del vaso, o neppur tutto quello per essersi asciugato più o meno esso vaso con un discreto calore o in altra maniera, non riuscirà mai che si espanda il volume dell'aria a quel segno, come se abbiavi dell'acqua in massa, che è quanto dire una sorgente di vapore ampia indeficiente. In questo caso è, che cresce sempre in molta maggior proporzione il volume apparente dell'aria comparativamente agli aumenti del calore fino al termine dell'ebollizione sopravvenendo sempre nuova copia di vapori. All'opposto quando è assai scarsa l'acqua nel recipiente, avviene che passando questa mano a mano allo stato vaporoso aeriforme pei primi 10. 20. 30. gradi di calore sopra il 0., faccia coll'aggiunta del proprio volume comparire più grande quello dell'aria, la quale sembrerà quindi che si dilati dapprincipio un poco più di $\frac{1}{216}$ per ciascun grado che è la solita sua rata e progressivamente in maggior proporzione ancora; ma poi finalmente trovandosi esausta quella piccola dose di acqua, cioè convertita tutta in tal vapore elastico, succede allora che le ulteriori dilatazioni dell'aria verso i 40. 50. 60. gradi ec. riprendano la loro marcia regolare in ragione di $\frac{1}{216}$ per grado come si è detto. Siccome però, prima di cessare affatto la produzione di nuovi vapori, va essa mancando poco a poco collo scemarsi sempre più dell'umido residuo; così non ad un tratto, ma gradatamente vengono le dilatazioni apparenti dell'aria dalla massima osservatasi p. e. verso la temperatura di 20. o di 30. gradi, e che deve $\frac{1}{190}$ od $\frac{1}{180}$ per grado, alla minima di $\frac{1}{216}$, che poi procede uniforme per tutti gli ulteriori gradi come or or dicevamo.

§. 41. Ecco dunque come può l'aria simulare nelle sue dilatazioni pel calore una marcia *crescente* per una serie più o men lunga di gradi, cioè 20.

---

[1] *Così in Br. Ann., mentre in H* 18 (*vedasi a pg.* 334 *di questo Volume*) *leggesi:* « confinandola alla mia maniera nell'olio di lino bollito entro al recipiente medesimo... ».

[*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

30. 40. sopra il 0., secondo la maggiore o minor dose di umido rimasto nel recipiente; poi *decrescente*, avanzandosi ai 50. 60. 70. 80. gradi: ecco ciò, che probabilmente ne ha imposto ai Signori ROY e LUZ, i quali hanno tale marcia irregolare dedotta dalle loro sperienze coll'olio senza averlo fatto prima bollire nel Termometro Drebbelliano *A. B. C.*, per espellerne in un coll'aria che vi annida, anche quel poco d'acqua, che d'ordinario sta nascosta e mista all'olio medesimo, e insieme ancora quell'altra porzione d'acqua che sta volontieri attaccata al vetro, e lo ricopre d'un velo comunque invisibile, come abbiamo già notato; quando, dico, ho fatte le stesse sperienze senza queste preparazioni e cautele, ho avuto sempre un troppo grande aumento del volume d'aria in proporzione del calore. Talvolta osservai nelle dilatazioni una marcia continuamente crescente fin verso il punto dell'ebollizione, cioè quando si trovò abbondante l'umor acqueo, od umido rimasto nel mio recipiente. Quando all'incontro avea impiegata qualche cura per escluderlo, con riscaldare sì l'olio, che il detto recipiente, ma non abbastanza, mi comparvero ancora troppo grandi le dilatazioni, e tali che indicavano una marcia crescente per una serie più o men longa di gradi, or fino ai 40. 50. or fino ai 60. ma non mai fino all'ebollizione. Finalmente quando era stato fortemente e per lungo tempo riscaldato il recipiente *A. B. C.*, e l'olio fatto bollire, allora fu, e allora solamente che mi comparvero sempre eguali fra loro gli accrescimenti nel volume dell'aria per eguali addizioni di calore dai primi gradi sopra la temperatura del ghiaccio fino a quella dell'acqua bollente, cioè di $\frac{1}{216}$ circa per grado di quel volume che avea l'aria alla temperatura appunto del ghiaccio.

§. 42. È facile pertanto comprendere d'onde procede la differenza ne' risultati delle sperienze degli autori tutti citati nel decorso di questa memoria, e di altri intorno alla quantità della dilatazione dell'aria per ciascun grado di calore, e l'esser parso ad alcuni, come a DUVERNOIS e MORVEAU, che si dilati sempre dippiù per eguali aumenti di calore quanto si trova già più calda e dilatata; ad altri, e principalmente a ROY, che una tal marcia crescente sia limitata ad una certa estensione di gradi solamente, e che indi facciasi retrograda ec.

Viene tale e tanta discrepanza da che altri han tenuta l'aria nelle loro prove in contatto dell'acqua, ed altri nò; e molte volte han creduto di escluderla, e non l'hanno esclusa del tutto, han lasciato cioè un qualche velo di acqua invisibile aderente alle pareti interne del vaso, il quale poi coll'accrescersi del calore ha prodotto vapori elastici. Codesto velo umido aderente massimamente al vetro, esiste anche quando niente ne appare, anche quando crederemmo, che sia esso vetro benissimo asciutto, e nulla ce ne fa accorgere, se non la difficoltà, con cui si elettrizza strofinandolo, e la poca sua

Digitized by Google

abitudine [1] ad isolare, finchè non sia stato con forte calore dissipato intieramente tal umido velo. Per liberarsi dunque da quest'umido aderente ed ostinato, bisogna far bollire entro il vaso stesso od olio (come ho fatt'io), o mercurio, o almeno riscaldare fortemente esso vaso, seppure ciò basta. Usando tali precauzioni si troverà (ed è cosa degna di considerazione anche questa), che l'aria sibbene vaporosa, ma che non possa ricevere altronde nuovi vapori, e ritenga soltanto que' che aveva prima, si dilata pel calore uniformemente, e della quantità circa, che ho notato, cioè di $\frac{1}{216}$ per ogni grado della temperatura del ghiaccio fin verso il termine dell'ebollizione [2]: onde appare, che il vapor acqueo aeriforme anch'esso si dilata come l'aria uniformemente, cioè acquista sempre eguali aumenti di volume per eguali addizioni di calore.

§. 43. Finisco col far osservare, che ciò che ho trovato relativamente alla sproporzionata esorbitante espansione apparente dell'aria, per la giunta di nuovi vapori acquei, che le gonfiano il seno, è affatto coerente alla teoria dell'evaporazione del Sig. DI SAUSSURE ne' suoi *Saggi d'Igrometria*, e a ciò particolarmente, che viene mostrando circa il *vapor elastico puro*, e il *vapor elastico impuro*, ossia misto d'aria (*a*), nel tempo stesso, che non discorda neppure dalla teoria de' vapori, sotto certi riguardi assai diversa del Sig. DE LUC, proposta già nelle sue *Ricerche sulle Modificazioni dell'Atmosfera*, e più ampiamente sviluppata e rischiarata nelle *Nuove idee sulla Meteorologia* (*b*): le quali teorie principalmente mi han dato lume, e servito di guida nelle ricerche che ho quì semplicemente abbozzate, e che esporrò più ampiamente in una Seconda Memoria, la quale conterrà oltre i detagli, e i risultati delle molteplici mie sperienze, non solo coll'apparato già descritto, ma con altri ancora diversi, che stò perfezionando, varie riflessioni, che ora son costretto di tralasciare.

(*a*) Ved. particolarmente il III. *Essai. Theorie de l'Evaporation Chap.* I. *des vapeurs elastiques, et de leur dissolution dans l'air* e precedentemente la *Tavola della quantità de' vapori acquei contenuti in un piede cubico d'aria a' differenti gradi dell'Igrometro e del Termometro.*

(*b*) *Idées sur la Météorologie.* Paris 1787.

[1] *Così in Br. Ann. ed Ant. Coll., mentre nel Mns. H* 18 *(vedasi nel precedente N.* CXL, *a pg.* 340) *leggesi: « attitudine ».* [*Note della Comm.*].

[2] *Queste affermazioni portano a concludere che il coefficiente di dilatazione del miscuglio (aria e vapore acqueo), non dipende dalle proporzioni in cui sono mescolati i componenti, d'onde consegue l'eguaglianza dei coefficienti della dilatazione dell'aria e del vapore acqueo.*

[*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Digitized by Google

CXLIII.

TERMOMETRO DREBBELLIANO A SIFONE CON MERCURIO

Maggio 1795.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt.: **H 40**; H 19 (α β γ).

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da H 40.
DATA: da H 40.

H 40: è un fascicolo autografo, contenente numerose osservazioni meteorologiche (fatte dal dicembre 1794 al maggio 1796), descrizioni di esperienze sull'uniforme dilatazione dell'aria pel calore e ricerche sul comportamento del vapor acqueo nel vuoto torricelliano. La parte che riguarda la descrizione del termometro drebbelliano è compresa fra le osservazioni del 13 maggio e del 14 maggio 1795. Le esperienze compiute dal V. in proposito, richiesero però parecchi giorni, come lo si desume da aggiunte posteriori poste in margine al Mns., che in parte si pubblica.

H 19 (α, β, γ): sono fogli contenenti appunti autografi di note e risultati di esperienze compiute col termometro ad aria; non si pubblicano perchè assorbiti da H 40.

Digitized by Google

Digitized by Google

Cart. Volt. H 40.

Figura 1. [1] *A B C D* Termometro Drebbelliano a sifone con mercurio, in cui l'aria confinata senza punto di umido occupando il bulbo *C* e porzione del tubo fino al punto 210. o 215. sotto la pressione ordinaria dell'atmosfera eguale a 28. pollici di mercurio, e alla temperatura di 0. REAUM., cresce di altrettante divisioni, quanti gradi REAUM. aumenta la temperatura; onde va per 20. 40. 60. 70. gradi di calore dal punto 210. a 230. 250. 270. 280. ecc. riuscendo così un vero ed esatto Termometro d'aria, paragonabile col Termometro di Mercurio.

Per correggere le variazioni barometriche, le quali mescolandosi all'effetto termometrico ne alterano l'espressione, e lo rendono inesatto e fallace, si alza o si abbassa la colonna di mercurio nel braccio lungo e aperto, di tante linee appunto di quante il Barometro avviene che trovisi sotto, o sopra gl'indicati 28. pollici: che se 28. poll. giusto sia l'altezza barometrica, si riduce il mercurio ne' due bracci *AB*, *CD* all'istesso livello *a a*.

Cotal riduzione della colonna mercuriale nel braccio *AB* (o al livello, con quella di *CD*, o 2. 3. 4. linee sopra, se l'altezza barometrica trovasi 2. 3. 4. linee ec. sotto i 28. poll., o 2. 3. 4. linee sotto, se 2. 3. 4. linee più dei detti 28. poll. nota il Barometro, ecc.) si eseguisce facilmente, mediante un lungo tubetto di vetro *e*, che s'immerge più o meno nel mercurio del braccio *A B*: regolando così l'immersione si porta il mercurio alla richiesta altezza, senza punto aggiungerne, o levarne; il che è di gran comodo.

Per fare le sperienze in poco tempo con diversi gradi di calore, fino a molto alte temperature, fino all'ebullizione dell'acqua, e oltre, ad oggetto di provare se corrispondano i gradi del Termometro REAUM. e del nostro ad aria, si colloca in una gran campana di vetro *E E* a bagno di acqua calda e fredda, a varj gradi (oppure d'olio, quando si vuol giungere od

[1] *Vedasi la tavola unita a questo Numero.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

oltrepassare il grado dell'ebollizione dell'acqua), tanto che stia tutto immerso, e si tiene immerso nell'istesso bagno allato del bulbo C, il bulbo di un Termometro Reaumuriano $f\,g$.

Acciò la dilatazione dell'aria proceda regolarmente, fa d'uopo che niente affatto d'umido trovisi con essa nella camera; per ottenere la qual cosa convien farvi bollir dentro il mercurio, e introdurvi l'aria dopo.

Ecco le sperienze, se non han corrisposto perfettamente bene.

Dopo aver fatto ben bollire il mercurio nel bulbo C (Fig. 1.) e parte del tubo, fu introdotto tanto di aria comune, che alla temperatura allora dominante di 16. in 17. gradi, occupava lo spazio di 232. a 233. [1], indicando il Barometro 28. poll. e 3. linee: che poi, riducendosi la pressione a 28. poll. giusti, o facendosi la conveniente correzione, con abbassare cioè di 3. lin. il mercurio nel braccio AB (come si è sopra indicato), o col calcolo, veniva a dare $234\frac{1}{14}$. Ritenuta però la pressione di poll. $28\frac{1}{4}$, e il vol. 232. alla temperatura di 16. gradi, si passò alle prove versando a riprese nella campana dell'acqua molto calda (*a*), fino ad avere la temperatura di 67. gradi; e si fecero le osservazioni nella degradazione del calore per quasi tutti i gradi, riducendo ogni volta il mercurio nel braccio AB all'altezza, che conveniva acciò la pressione fosse costantemente = poll. $28\frac{1}{4}$. Le osservazioni dunque accuratamente notate di volta in volta sono le seguenti [2].

(*a*) La prima acqua, che si versa nella campana se è molto calda, può cagionarne la rottura. Ve la pongo dunque soltanto tiepida, o poco più, fino a metà; indi riempio la campana con altra più calda: ne estraggo poi un terzo circa con un sifone *a b c d* fig. 2., e ne rifondo di bollente; e ripeto questo giuoco finchè ho ottenuto il maggior grado di calore che posso, o voglio.

[1] *Nel Mns. leggesi* « 323 » *invece di* « 233 »: *trattasi evidentemente di un errore di distrazione.* [*Nota della Comm.*].

[2] *Si pubblicano solo saggi dei risultati che compaiono in questa pagina del Mns.; qualcuna di queste osservazioni, come dicono delle note apposte ad esse, furono fatte* « in altri giorni ed a varie riprese ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Calore gradi	Volume dall'aria	Cal.	Vol.
66	282	14	$229\frac{1}{2}$
64	279	$16\frac{1}{2}$	$232\frac{1}{2}$
62	277	$14\frac{3}{4}$	$230\frac{1}{2}$
61	276	$12\frac{1}{2}$	228
60	275		
59	274	6	220
58	273	6	220
57	272	$12\frac{1}{2}$	227
56	271	13	$227\frac{1}{2}$
55	270	13	228
54	269	$13\frac{1}{2}$	299
.....	.....	.....	.....

L'accordo di queste osservazioni è maggiore di quello che si sarebbe potuto aspettare, attesa la difficoltà di fissare esattamente coll'occhio i punti, a cui arriva il mercurio sì nell'uno che nell'altro braccio, per la forma or più or meno convessa che vi prende, massime essendo i tubi larghi, e non molto grandi i gradi; e dovendosi guardare attraverso l'acqua, e il vetro della campana: oltrecchè è difficile portar l'occhio sempre all'istesso livello, massime posando la campana ora più alto, ora più basso. Avuto riguardo alle quali cose, debbesi contare per nulla l'errore di un mezzo grado, ed anche di un grado nell'osservazione. Ora nella tavola quì innanzi appena si trova qualche discordanza di un grado intiero dai 66. fino ai 14. gradi. E basta bene questo

Digitized by Google

per potere stabilire, che l'aria si dilata pel calore uniformemente; e che non siegue una proporzione crescente, come si è preteso.

Al di sotto dei 14. gradi fino a 0. R. la restrizione del volume dell'aria sembra essere stata maggiore di quello porta la regola. Ma è da osservare, che l'aria allorchè fu introdotta nel bulbo *C* (Fig. 2.) avendo la temperatura di 16. 17. gradi, o forse più, conteneva del vapore, se non a saturità, fino a 70. od 80. gradi dell'Igrometro a capello. Ora il massimo di vapore elastico che può contenere un volume d'aria alla detta temperatura di 16. in 17. gradi è tale e tanto da esercitare una pressione eguale a 7. in 8. linee di mercurio. Voglio dunque, che quell'aria introdotta sol mediocremente umida ne contenesse non più che per 5. lin. di pressione; e che raffreddandosi fino a 12. gradi toccasse il punto di saturazione, ossia arrivasse allora il massimo del vapore: raffreddandosi ulteriormente, ecco che già dee cominciare il vapore a disfarsi, e sì ai 10. o 9. gradi disfarsene tanto da scemare per di lui parte la pressione di una linea; indi di un'altra linea verso i 6. gradi; di un'altra ancora verso i 2. Sarà dunque come se d'una linea, di due, di tre, si accrescesse la pressione, ossia l'altezza del mercurio nel braccio opposto *AB*. Ora la pressione di una linea di mercurio essendo $\frac{1}{336}$ della pressione dell'intiera colonna atmosferica, dee portar la differenza di circa $\frac{2}{3}$ di grado nel nostro Termometro, ossia nel volume di quell'aria confinata, onde le 3 lin. alla temperatura di 2. sopra 0. ristringono giusto tal volume di due gradi, le 2. lin. alla temp. di 6. gr. di 1 ⅓. Con tale diffalco spariscono affatto le discordanze indicate sotto i 14. gradi: e vedesi che si osserva esattamente la regola della dilatazione uniforme dell'aria.

Più chiaramente. Alla temperatura di 2. gr. R. quasi tutto il vapor elastico, che trovavasi in compagnia dell'aria confinata nel nostro Termometro quando avea il calore di 16. in 17. gradi, e aggiungeva il suo al di lei volume, cioè 3. circa delle divisioni o gradi notati nella nostra scala, che è quanto importa la pressione di 4. in 5. linee, quasi tutto, dico, un tal vapore ha perso coll'elasticità il suo volume aeriforme, e trovasi condensato in acqua: ne rimane per avventura ancora per una linea e mezza di pressione, ossia per 1. de' nostri gradi. Insomma il volume dell'aria confinata (sempre sotto la pressione di 28 ¼ poll.) con quel pochissimo di vapor residuo, è, come ci dà la tavola quì addietro, da 215. a 216. Se s'innalzi ora la temperatura di circa 5. gradi, e arrivi a 7. il volume dell'aria non cresce propriamente e per sè, che di 5. epperò a 220. circa: ma 1. almeno dippiù vi s'aggiunge per tanto vapore, che ora si forma valevole a bilanciare la pressione di lin. 1. di mercurio; onde risulta 221. o un poco più. S'innalzi la temperatura di altri 4. gradi, e giunga a 11., l'aumento di volume dell'aria sola porterebbe a 225., ma per nuovo

Digitized by Google

vapore, che si forma atto parimente a bilanciare una pressione per lo meno di lin. 1 ½, il volume di aria e vapore insieme va a 226. Finalmente arrivando il calore coll'aumento di altri 3. gradi a circa 14., nasce ancora nuovo vapore per una buona linea di pressione, che porta ancora un buon grado di aumento al volume aereo confinato nel nostro Termometro; onde invece di 229. si ha circa 230. Sicchè dove l'aria sola da 2. gr. R. a 14. cresce in volume da 215. a 227. circa, conforme alla regola, e si corrispondono quindi 12. gr. del Term. REAUM. e 12. del nostro ad aria, colla giunta del vapore che si forma il volume totale viene 3. dippiù, giungendo a 230.; onde ai detti 12. gradi REAUM. non corrispondono più 12. del nostro, bensì 15: ed ecco ciò che fa parere la dilatazione dell'aria di ⅓ più grande, di quello che effettivamente è.

Dai 14. gr. REAUM. in su tenghiamo che non formisi più altro vapore, nella camera del nostro Termometro coerentemente a ciò, che abbiamo già presupposto, che tanto e non più di umido si portasse seco l'aria che fuvvi introdotta calda 16. in 17. gradi, talchè raffreddandosi appunto un poco sotto i 14. gradi, il vapore toccasse il suo massimo, ed ivi cominciasse solamente a disfarsene un poco, poi mano mano dell'altro a misura che la temperatura discendesse ulteriormente, ecc. Or dunque non formandosi più altro vapore (perchè d'umido non avvene dippiù) dai 14. gr. di calore in su fino ai 60. 70. ec., la dilatazione dell'aria e del vapore già formato tutt'insieme, procede sempre uniformemente, siccome uniformi procedono le restrizioni del volume, diminuendosi il calore fin giù ai detti 14. gradi, in guisa che le divisioni o gradi del nostro Termometro corrispondono sempre esattamente ad altrettanti gradi del Term. REAUM. e questo è il bel accordo, di cui abbiam parlato sopra.

Si corrisponderebbero anche sotto i 14. gradi, fino a 0., e più basso, coerentemente alla spiegazione data, se l'aria si fosse introdotta affatto secca (resa tale e. g. colla calce viva, o coi sali deliquescenti), o almeno quale naturalmente si truova alla temperatura di 0., o di qualche grado sotto. Allora codest'aria che avesse il volume di 216. alla temperatura 0. R. e sotto una data pressione e. g. eguale a 28. poll. di mercurio (che è la più ordinaria dell'atmosfera), misurerebbe esattamente col numero de' gradi onde crescesse il suo volume sopra i detti 216. altrettanti gradi di calore sopra il gelo, semprechè gli si facesse sopportare la medesima pressione, nel modo di sopra spiegato. Ed ecco reso il nostro Termometro ad aria, perfettamente e comparabile, ed esatto; oltre il vantaggio che ha d'essere più pronto e sensibile d'ogni altro.

Le cose procedono ben diversamente, se nella camera *C* del nostro apparato Fig. 1. vi è dell'acqua che possa fornir sempre vapore a misura che cresce la temperatura, e quanto dal calore a cui mano mano si arriva, può

Digitized by Google

formarsene, se in una parola vi possa essere, e vi sia il massimo di vapore corrispondente ad ogni temperatura. In tal caso lo spazio occupato dall'aria, e dal vapore insieme non cresce più uniformemente; ma in una proporzione molto crescente.

Abbiasi per confronto un altro simile apparato Fig. 2. [1] con questa sola differenza che nella camera *C* si contiene oltre l'aria, un pochetto d'acqua, uno strato alto e. g. una linea, galleggiante sopra la colonna di mercurio *a*: ed ambedue gli apparati Fig. 1. e 2. s'immergano nel medesimo bagno.

Il volume dell'aria e vapore insieme comparirà assai più grande che quello dell'aria sola, massime alle temperature alte. Nelle mie sperienze, nelle quali ho introdotto un pochetto d'acqua nello stesso apparato Fig. 1. ho avuto come siegue nella tavola, ove allato stanno due colonne, una pel volume dell'aria sola, ricavata dall'antecedente, quattro pagine addietro; l'altra pel volume dell'aria con il vapore. N. B. Molte sono la media di 2. 3. 4. e più osservazioni fatte a diverse riprese, e in varj giorni.

CALORE gr.	VOL. dell'aria sola *(a)* Fig. 1.	VOL. dell'aria con vapore Fig. 2.
0		$215\frac{1}{2}$
(*b*) $\frac{1}{2}$	$214\frac{3}{4}$	216
1		216
2	$215\frac{1}{2}$	216
3	$216\frac{1}{2}$	$217\frac{1}{2}$

(*a*) Quest'aria però conteneva quando fu introdotta alla temperatura di circa 17. gr. del vapore, cioè per 4. in 5. lin. di pressione; e per conseguenza passando sotto ai 12. gradi comincia tal vapore a disfarsi, e se ne disfa fino a zero per 3. in 4. lin. onde risulta il volume di essa aria a 0. soltanto 213. in 214. invece di 216.

(*b*) Al di sotto di 2. gradi non sono le osservazioni gran fatto attendibili per alcune circostanze, che han potuto portare inesattezze. Sono attendibili ed esatte cominciando da 2. gradi, fino a 40. Da 40. innanzi sono soggette a cauzione.

[1] *Vedasi la tavola unita a questo Numero.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

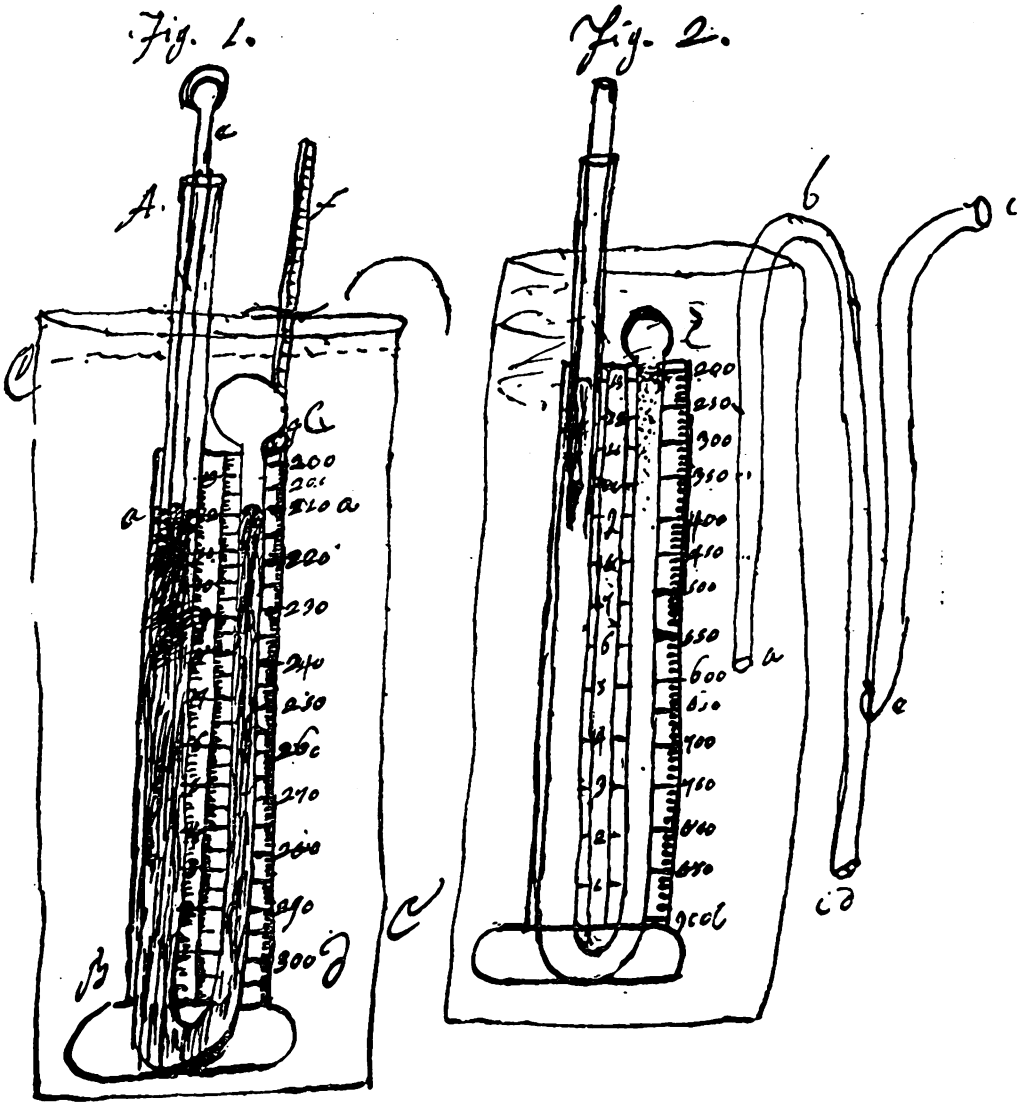


Fig. 1. Termometro drebbelliano usato dal V. per lo studio dell'uniforme dilatazione dell'aria non umida (N. CXLIII, pg. 379).

Fig. 2. Termometro drebbelliano usato dal V. per lo studio della dilatazione dell'aria umida (N. CXLIII, p. 384).

(*Da* Cart. Volt. H 40).

Digitized by Google

Digitized by Google

CALORE gr.	VOL. dell'aria sola Fig. 1.	VOL. dell'aria con vapore Fig. 2.
4	217 1/2	218 1/2
5	219	219 2/3
6	220 1/4	220 1/2
7	221 1/4	221 3/4
8	222	222 3/4
9	223 1/2	224
10	224 1/2	225
11	225 3/4	226 1/2
12	227	228
13	228	229 1/2
14	229 1/2	230 3/4
15	230 3/4	232
16	232	233 1/4
17	233	235
18	234 1/4	236 1/2
19	235	238

Digitized by Google

CALORE gr.	VOL. dell'aria sola Fig. 1.	VOL. dell'aria con vapore Fig. 2.
20	236	239
21	237 $\frac{1}{4}$	241
22	238	242 $\frac{1}{2}$
23	239	244
24	240	246
25	241	246 $\frac{1}{2}$ } 47
26	242	248 $\frac{1}{4}$
27	243	250
28	244	252 $\frac{1}{4}$
29	245	254 $\frac{1}{2}$
30	245 $\frac{1}{2}$	257
31	247	259 $\frac{1}{2}$
32	248	262
33	249	264
34	250	266
35	251	268 $\frac{1}{2}$

Digitized by Google

CALORE gr.	VOL. dell'aria sola Fig. 1.	VOL. dell'aria con vapore Fig. 2.
36	252	271 ?
37	253	274 ?
38	254	277 ?
39	255	281 ?
40	256	284 1/2
41	257	287 1/2
42	258	292 1/4
43	259	295 1/2
44	260	299
45	261	303 1/2
46	262	308
47	263	312 1/2
48	264	317
49	265	321
50	266	325 . 332
51	267	330 1/2
52	268	334

Digitized by Google

Anche da 2. a 12. gradi, come si può vedere, sebbene vi fosse come abbiam supposto vapore sufficiente per tal temperatura anche nella colonna prima, pure il volume fu sempre 1. $\frac{3}{4}$. $\frac{1}{2}$, meno che nella colonna seconda, in cui introdotta si è espressamente l'acqua: e la ragione credo che sia questa. L'attrazione del vetro coll'acqua fa che quello tiri a sè, e condensi una parte del vapore, e più ad una temperatura più fredda; quindi diminuisce in proporzione il volume aeriforme: il che non accade nell'altra colonna dove c'è acqua quanto bisogna per soddisfare e all'attrazion del vetro, e alla forza vaporizzante del calore. Nella prima colonna ve ne sarebbe pure abbastanza per la formazione del vapore nella quantità richiesta fino alla temperatura di 12. o 13. gr. ed in eccesso per le temperature inferiori; ma per quell'acqua che tira a sè il vetro, risulta un piccolo *deficit.*

Coll'istesso apparato Fig. 2. si può determinare quanta sia la pressione, che esercita il vapor elastico per ogni grado di temperatura; e ciò per mezzo di facile calcolo, come vedremo in appresso, o con osservazioni immediate. Fermiamoci ora a queste.

Si tratta dunque d'accrescere la pressione esterna innalzando la colonna di mercurio nel braccio aperto *AB* Fig. 2. tanto, che il volume dell'aria e vapore insieme confinato nella camera *C a* dell'altro braccio si riduca a quello che dovrebbe essere se fosse aria sola senza vapore, a quello che si osserva ad eguali gradi di calore nell'apparato Fig. 1. L'altezza del mercurio in *AB* fig. 2. che eccede l'altezza di *AB* Fig. 1. esprime la pressione, con cui si equilibra il vapor elastico. Or ecco le osservazioni in una tavola composta di quattro colonne, la 1.ª che nota i gradi di calore; la 2.ª il volume dell'aria sola; la 3.ª il volume dell'aria colla giunta del vapore; la 4.ª la quantità di pressione (espressa in linee di mercurio) richiesta a ridurre il volume aeriforme dell'aria e vapore insieme a quello che corrisponde nella colonna 2.ª, cioè al volume che ad egual temperatura ha l'aria sola.

CALORE gradi	VOL. dell'aria sola	VOL. dell'aria con vap.	PRESS. DEL VAP.
5	219	$219\frac{2}{3}$	lin. 2 . $1\frac{1}{2}$. $1\frac{1}{4}$.
$11\frac{1}{2}$			» $3\frac{1}{2}$. 4 .
$13\frac{1}{2}$	$228\frac{1}{2}$	$229\frac{3}{4}$	» $4\frac{1}{2}$.

Digitized by Google

CALORE gradi	VOL. dell'aria sola	VOL. dell'aria con vap.	PRESS. DEL VAP.
17	233	235	lin. 6 .
20	236	239	» $8\frac{1}{2}$.
22	238	$242\frac{1}{2}$	» 10 .
23	239	244	» $10\frac{6}{10}$
24	240	246	» $11\frac{6}{10}$
25	241	247	» $12\frac{1}{4}$
27	243	250	» $14\frac{3}{4}$
28	244	$252\frac{1}{4}$	» $15\frac{3}{4}$
29	245	$254\frac{1}{2}$	» $17\frac{1}{2}$
31	247	$259\frac{1}{2}$	» $20\frac{3}{4}$
32	248	262	» 22
33	249	264	» $23\frac{1}{4}$
34	250	266	» $25\frac{1}{2}$ —
$17\frac{1}{2}$	—	—	» 7
20	—	—	» $8\frac{1}{2}$
23	—	—	» 11 [1]

[1] *La stessa pagina presenta, a lato, appunti di risultati di altre esperienze.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Venendo al calcolo, per coteste sperienze del Term. Drebb. in cui assieme all'aria si truovi dell'acqua (Fig. 2.) e quindi tanto vapor elastico, quanto può formarsene secondo i diversi gradi di calore, sia:

A. La pressione del fluido aeriforme, cioè dell'aria e vapore insieme, confinato nella camera Drebbelliana *C a* Fig. 2.ª, che equilibrasi colla pressione esterna.

x. Quella parte di essa pressione, che esercitasi dall'aria sola.

y. L'altra parte che esercitasi dal vapore elastico misto ad essa aria: quindi $A = x + y$; $x = A - y$; $y = A - x$.

B. Il volume dell'aria sola, cioè senza vapore a un dato grado di calore, e sotto la pressione *A*.

C. Il volume dell'aria e vapore insieme, sotto l'istessa pressione *A*, e all'istesso grado di calore.

Ecco il raziocinio per ricavare il valore di ciascuna delle due ignote *x*, e *y*, essendo note le tre *A*, *B*, *C*.

Essendo la pressione che esercita per sè l'aria, cioè *x*, tanto minore, quanto è più grande lo spazio che la medesima occupa, ossia essendo le pressioni in ragione inversa degli spazj o volumi dell'aria (giusta la legge di BOYLE e MARIOTTE), se sotto il volume *B* tenga l'equilibrio colla pressione esterna *A* (come accade nelle nostre sperienze); sotto il volume *C* quale pressione equilibrerà? Avendo luogo la ragione inversa suddetta, sarà:

$$C : A :: B : x ,$$

epperò:

$$x = \frac{A\,B}{C} .$$

Ora è facile ricavare anche *y*, giacchè essendosi veduto esser $y = A - x$, basterà sottrarre cotesta *x* da *A*. La formola intiera sarà dunque

$$A - \frac{A\,B}{C} = y.$$

Che se fossero note *A*, *B*, *x*, e si ricercasse *C*, si ritroverebbe:

$$C = \frac{A\,B}{x} .$$

Se finalmente fosser note *A*, *B*, *y*, e si ricercasse parimenti *C*, col sostituire nella prec. formula ad *x* l'equivalente $A - y$, si ha:

$$C = \frac{A\,B}{A - y} .$$

Digitized by Google

Oppure così: conoscendosi y ed A, si conosce subito anche x, essendo $x = A - y$: dunque ricavato il valore di x, si costruiscono ancora le istesse formule

$$C : A :: B : x,$$

$$C = \frac{A\,B}{x} \qquad \text{e} \qquad C = \frac{A\,B}{A - y}.$$

Esempio 1°.

Sia A, cioè la pressione nel braccio aperto $A\,B$ Fig. 1. e 2. eguale a $28\frac{1}{4}$ poll. di mercurio, ossia = 339. lin. come nelle sperienze quì innanzi registrate nella tavola a 4. colonne.

B, cioè il volume dell'aria senz'acqua Fig. 1. (sendo alla temperatura di 0. REAUM. 213.) alla temperatura di 32. gradi, = 245. Quantunque nella tavola trovisi notato 248., in grazia del vapore, corrispondente a 12. gradi circa di calore, che l'aria ha portato seco quando fu introdotta come si è spiegato.

C, cioè il volume, che risulta, introdottovi acqua Fig. 2. in dose sufficiente (basta una linea, o meno), per l'aggiunta del vapore, che vi si forma, portato il calore dai detti 12. gradi parimenti ai 32, = 262.

Giusta la formula sovra esposta $C : A :: B : x$, per ricavare x, cioè quanto della pressione A, ossia delle linee 339. si equilibra per parte dell'aria, prendo l'equazione $x = \frac{A\,B}{C}$, nella quale sostituendo alle lettere i numeri ho $\frac{339 \cdot 345}{262}$ [1].

Or dunque l'x ricercato = 317.: che vuol dire, che la parte di pressione con cui tien l'equilibrio l'aria confinata, è di linee 317., prossimamente.

Ma la pressione totale A, con cui si equilibra l'aria e il vapore insieme è = lin. 339. Sottraendo dunque da 339. 317. resta 22. linee per y, cioè per la parte che tocca da equilibrare al vapore.

Or 22. linee appunto ci ha dato l'osservazione diretta, come si vede nella citata tavola; dalla quale desumeremo gli altri esempj [2].

---

[1] *Il Mns. porta, a lato, l'indicazione delle operazioni da eseguire.* [*Nota della Comm.*].

[2] *Seguono nel Mns. altri esempi che mostrano la concordanza dei risultati del calcolo con quelli dati dall'esperienza.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Digitized by Google

CXLIV.

DISCORSO I.°

SULLA VAPORIZZAZIONE ED EBULLIZIONE DE' LIQUIDI

RECITATO NELL'AULA DELL'UNIVERSITÀ

il 5 Maggio 1795.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt. **K 18.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da K 18.
DATA: da K 18.

K 18: è la redazione autografa del discorso sulla vaporizzazione ed ebullizione dei liquidi, che si pubblica per intero. K 18 insieme ad altri Mns. faceva parte delle carte scientifiche del V. possedute dal Configliachi.

Digitized by Google

Digitized by Google

Cart. Volt. K 18.

DISCORSO I.°
SULLA VAPORIZZAZIONE ED EBULLIZIONE DE' LIQUIDI.
RECITATO NELL'AULA DELL'UNIVERSITÀ
IL 5 MAGGIO 1795.
PER LA PROMOZIONE DI TRE INGEGNERI.

Fra i molti e varj effetti del calore (Rettore Magnifico, Colleghi Sapientissimi, egregio Candidato, Uditori tutti ornatissimi), uno senza dubbio de' più rimarcabili si è quel meraviglioso e solenne cambiamento, che subiscono tutti i corpi, resi già da un dato grado di esso calore liquidi, allorchè accresciuto questo fino a un certo segno si convertono in vapor elastico, cioè in altrettanti fluidi aeriformi; non permanenti però in tale stato, ma condensabili di nuovo in liquido, qualora o sopravvenga una troppo forte pressione a costringerli, o scemi anche di poco il calore da quel grado, che fu già richiesto a formarli: con che si distinguono cotai vapori aeriformi dall'aria propriamente detta e dai *gas* dotati di una elasticità, e forma permanente.

Non v'è quasi più tra i Fisici e i Chimici chi dubiti oggigiorno essere la causa materiale del calore una sostanza propria, un fluido *sui generis* sottilissimo, attivissimo, penetrantissimo, di sua natura espansivo, cagione anzi d'ogni fluidità ed espansibilità negli altri corpi chiamato dagli Antichi Elemento del fuoco, Fuoco elementare, Fluido igneo, Fuoco o Calore semplicemente; e dai Moderni Materia del calore, Fluido calorifico; e meglio con una parola sola *Calorico* dagli Autori della nuova Nomenclatura Chimica.

Questo calorico adunque ove venga ad accumularsi in un liquido, fino a un certo segno, non fa che innalzarne la temperatura, e dilatarlo in proporzione, siccome è proprietà del calore di dilatare tutti i corpi, e massime i fluidi; ma oltrepassando tal segno, ossia giunto a un determinato grado,

Digitized by Google

che è però per i varj liquidi diverso, e diverso pur anche per ciascuno, secondo le varie pressioni cui vengano a soggiacere; ecco comparire un nuovo fenomeno, ecco sorgere il detto vapore elastico aeriforme, nel quale si trasmuta di repente tutto il liquido, se è in picciolissima quantità, o mano mano una parte dopo l'altra, se la massa ne è considerabile nel qual caso, ed ove cotal trasformazione successiva delle molecole del liquido in aura elastica succeda sotto la superficie sua, in seno al liquido medesimo, nasce quel gorgoglio di bolle, quell'ondeggiamento e moto tumultuoso di essa massa liquida, che chiamasi ebullizione.

A mettere sott'occhio, e fare, dirò così, toccar con mano l'anzidetta trasformazione del liquido, quando giunge al grado di calore richiesto per la sua ebullizione, in fluido elastico aeriforme, ed a mostrar sibbene qual ampio spazio venga cotal aura elastica ad occupare, servono egregiamente le seguenti sperienze, ideate e descritte da LAVOISIER in una Memoria che sta tra quelle dell'Accademia R. delle Scienze di Parigi per l'anno 1777., e riportata quindi ne' suoi nuovi *Elementi di Chimica*: sperienze, che mi è piaciuto di ripetere e variare in più maniere.

Introducasi una picciola quantità d'etere vitriolico o marino in una boccettina o matraccetto terminante in un collo ripiegato a forma di sifone, o di *S*. Questo matraccetto sommergasi nell'acqua di un capace vaso, nel quale trovinsi varii recipienti, diverse boccie cioè, o campane di vetro piene d'acqua, e capovolte nell'acqua medesima. Si riscaldi poco a poco l'acqua del vaso: quando il calore sarà giunto a 30. in 31. gradi della scala di REAUMUR, cominceranno a sortire dal becco del matraccetto delle grosse bolle aeriformi, le quali diverranno vieppiù frequenti ampie ed ampollose avanzandosi il calore del bagno a 32. gradi. Or queste bolle aeriformi, che si succedono in folla, e in fretta, se si ricevono ne' recipienti preparati, nelle dette boccie, o campane capovolte (il che si ottiene facilmente col portare sotto la bocca delle medesime l'estremità del sifone, o becco del matraccetto), si raccoglieranno esse in cima di questi recipienti, e deprimendone l'acqua ne li verranno mano mano riempiendo come farebbe dell'aria vera, e dopo uno un altro, talchè non vi si conterrà più che il vapore elastico, che a guisa appunto di aria ha preso il posto dell'acqua; intanto che andrà visibilmente scemandosi il liquore etereo bollente nel matraccetto, e tutto finalmente passerà in detti recipienti convertito in cotal aura elastica, avanti che il calore del bagno (cui conviene moderare), sia giunto a 34. 36. 38. gradi R.; secondo cioè che l'etere impiegato sarà più o meno puro, e perfetto: giacchè è uopo riflettere, che non essendo mai purissimo e affatto omogeneo un tal liquore, le ultime porzioni non si sollevano in vapore, che per un calore mano mano più forte, come accade anche agli olj essenziali, allo spirito di vino e ad altri liquidi eterogenei.

Digitized by Google

Or paragonando il volume originario del liquore posto nel matraccetto con quello del vapor aeriforme, in cui si è convertito, ossia colla capacità de' vasi, che di questo son venuti a riempirsi, trovasi, che l'espansione va oltre a 1000. volte.

Finchè il calore del bagno si sostiene sopra i 32. gradi, anche l'etere mantiensi allo stato di vapore aeriforme; e solo scompare poco a poco, ritornando allo stato liquido, come si sminuisce il calore dai 32. ai 31. gradi. Vedesi allora risalir l'acqua gradatamente ne' recipienti occupati già dal vapore; e ciò, con passo più accelerato, se più si abbassa ancora la temperatura, finchè discesa questa a 30. gradi circa, più nulla dell'etere sussiste in forma di fluido elastico, tutto èssi condensato di nuovo in liquido, il qual rimane diffuso nell'acqua, e questa ora occupa intieramente i recipienti come prima, a riserva di qualche bolla di aria vera, ossia di fluido permanentemente elastico svoltosi dal liquore durante l'esperienza.

Simili prove si possono fare coll'alcoole, ossia spirito di vino rettificatissimo; e le stesse cose accadono, colla sola differenza, che richiedesi per la vaporizzazione di quest'altro liquido, come per la sua ebullizione, le quali procedono di paro, e sono anzi, come abbiam già accennato, la stessa cosa, richiedesi, dico, un calore molto più forte, cioè di 62. a 64. gradi R. sotto la pressione ordinaria dell'Atmosfera; e che riesce perciò più incomoda la manipolazione, non potendosi che a grande pena sopportare l'immersione delle mani in un bagno cotanto caldo.

Volendo fare l'esperienza coll'acqua, sperienza anche più dimostrativa, sì per ciò che riguarda il grado preciso di calore, col quale trovasi essa acqua (sotto una data pressione: il che dovrassi sempre intendere) sul passaggio, ossia al limite giusto tra lo stato liquido, e quello di fluido aeriforme; come anche per rapporto a poter meglio determinare il volume che prende vaporizzandosi, la qual cosa importa pur molto di sapere; volendo, dico, fare l'esperienza analoga alle già descritte, in cui s'adopravano etere, ed alcool, coll'acqua, convien servirsi di un altro apparato. Scelgasi una grossa, e ben resistente boccia di cristallo, della tenuta di circa 40. oncie d'acqua, o più; e asciugatala bene si riempia di mercurio, indi si rivolga colla bocca in altro mercurio sul fondo di una sottocoppa o catino, in guisa che rimanga ancor piena: allora inclinandola un poco vi s'introduca per di sotto una picciola quantità d'acqua, e. g. un mezzo danaro, la quale salendo immantinente per la sua specifica leggerezza attraverso il mercurio della boccia, prenderà posto sopra di lui contro il fondo della medesima. Questa boccia, acciò non abbia a rovesciarsi nel corso dell'esperienza, si assicuri legandola con fili di ferro contro la sottocoppa o catino. Finalmente leghisi anche questo con de' cordoni lunghi, e terminanti in un cappio, in modo che si possa a volontà levare in alto ed abbassare tutt'insieme questo congegno. Così disposte le cose s'im-

Digitized by Google

merga e si seppellisca intieramente catino e boccia in un bagno di tale liquido, che riscaldar si possa di alcuni gradi sopra gli 80. R. Questo liquido esser può olio, o meglio (per non imbrattar i vasi) acqua salata; la quale sostiene senza bollire 84. ed anche 85. gradi di calore.

Or dunque prima che la temperatura sia dell'olio, sia dell'acqua salsa nella caldaja a ciò destinata e posta a fuoco, giunga a tal segno, quella poca acqua dolce, che trovasi confinata nella boccia capovolta, tra il fondo cioè di essa, e il mercurio che ne riempie il resto, quest'acqua pura, dico, toccato o sorpassato appena il gr. 80.^{mo}, sarà tutta quanta trasformata in fluido elastico, ossia vapore aeriforme, il quale depresso il mercurio, occuperà tutta o quasi tutta la capacità della boccia; od anche ne sortirà in parte gorgogliando attraverso il mercurio del catino, se mai la quantità d' acqua giungeva ad 1/1000 di tale capacità, o poco vi mancava: che se giungeva appena a 1/1500, o meno ancora, in tal caso il vapore elastico formato non bastando a riempiere tutta la boccia, molto meno avverrà che ne sorta per di sotto.

Con queste, ed altre sperienze ho io trovato, che l'acqua trasformandosi pel calore ordinario dell'ebullizione in fluido elastico aeriforme, qual'è il suo vapore, ed anche ove venga ulteriormente dilatato cotal vapore per un eccesso di calore di alcuni gradi sopra 80., acquista un volume circa 1500. volte maggiore di quello che essa acqua ha nello stato liquido. I quali risultati non si discostano che pochissimo da quelli che riferisce BLACK celeberrimo Professore dell'Università di Edimburgo nelle dottissime Lezioni sul Calore dettate a' suoi Scolari, che girano manoscritte, e da quelli pure di qualche altro moderno Fisico, tra' quali singolarmente l'altro inglese WATT, come riferisce DE LUC, nelle sue nuove idee sulla Meteorologia, quel WATT, che tanto ha studiato sulla natura e forza del vapore, e tanto pure ha perfezionato, frutto di tale studio, la utilissima Macchina a vapore: all'incontro moltissimo si allontanano da quanto dietro ad esperienze diverse da queste, e assai più soggette ad errore, credettero poter concludere MUSSCHENBROEK e NOLLET; i quali ne imposero a tanti altri, a segno, che fu tenuto comunemente, e adottato quindi in quasi tutti i Corsi di Fisica, che una goccia d'acqua vaporizzata dal calore dell'ebullizione, venga ad occupare uno spazio 14000. volte maggiore. Correggasi dunque ormai questo dato oltremodo esorbitante: e la correzione sarà presso a poco giusta, ove si tolga al succennato numero un zero, riducendolo così da 14000. a 1400. Ora l'aria naturale ad un calore temperato essendo da 800. volte solamente più rara dell'acqua, e al calore dell'ebullizione, 1100. volte circa, si vede, che il vapore aeriforme in cui si converte l'acqua per tal calore, è più raro dell'aria vera, di un quarto, e più: comunemente tiensi più raro di un terzo circa.

Proseguendo la nostra sperienza, quando l'acqua, non già più acqua,

Digitized by Google

ma vapore aeriforme occupante tutta o quasi tutta la boccia, ha concepito un calore, che oltrepassa di 4. 5. o più gradi li 80.; pel qual eccesso di calore viene cotal vapore corrispondentemente più espanso, mantiene egli il preso abito aeriforme, eziandio ove traggasi fuori la boccia col catino da tal bagno caldissimo, nè si condensa di nuovo in liquido per qualche tempo: lo che all'incontro fa prestissimo, e quasi in un momento, se poco sopra li 80. gradi era salito il calore: cioè nell'un caso e nell'altro il disfacimento del vapore, la sua condensazione in liquido avviene tostochè la temperatura che prova discende appena sotto tal punto degli 80. gradi: osservasi allora risalir il mercurio rapidamente, e quasi d'un salto a riempiere la boccia; e vedesi infine ricomparsa quella poca acqua, in guisa che forma, come prima, un sottile strato sopra di esso mercurio contro il fondo di detta boccia. Adesso se s'immerga di nuovo l'apparato nel bagno caldo, riacquista appena un poco più di 80. gradi di calore, che passa di nuovo tutta quell'acqua pura confinata in cima, allo stato di fluido elastico, e si sostiene nel medesimo finchè dura un tal calore, ecc. Insomma un minimo sopra li 80. gradi l'acqua pura è intieramente allo stato aeriforme, ha l'abito e la proprietà di fluido elastico; un minimo sotto questa temperatura è tutta nello stato di liquido.

Avvegnachè non sia tanta l'espansione del vapore elastico, in cui si trasforma l'acqua al calore dell'ebullizione, quanta erroneamente fu creduta, e giunga soltanto ad essere 1400. 1500. volte, o poco più, maggiore il volume del vapore paragonato a quello del liquido; ella è ancora maravigliosa una tal espansione, ed è grande abbastanza per produrre i pur sorprendenti effetti, che le sono attribuiti; massime allorchè la formazione del vapore, per il caldo applicato bruscamente, è subitanea, e in molta dose; e quando sopratutto per un grado di calore molto più forte di quello che solamente è richiesto a tale trasformazione, il vapore acquista forza da equilibrare, e vincere, non che la pressione ordinaria dell'atmosfera, una equivalente a molte atmosfere.

Altre mie sperienze eseguite con nuovi apparati, e che non è quì luogo ancora di descrivere, dimostrano, come crescendo di altri 80. o 100. gradi, cioè giugnendo a 160. o 180. il calore sopra li 80. gradi, limite, come abbiam veduto trallo stato liquido dell'acqua e lo stato di fluido aeriforme, crescendo, dico, 60. [1] gradi, giugnendo cioè a 240. (calore assai inferiore ancora a quello del mercurio bollente, e molto più a quello de' metalli fusi e de' corpi roventi) tanto può formarsi, e si forma di vapor acqueo, e di tal forza espansiva, che vince una pressione eguale a 30. o 32. atmosfere. Quali ostacoli pertanto non sarà capace di superare, e quali tremendi scoppj non potrà cagionare una picciola quantità d'acqua chiusa in angusto spazio, ove

[1] *A questo punto il Mns. presenta correzioni varie ed incerte.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

sorpresa venga da un calor rovente, o da quello appunto di un metallo fuso? Non mancano pur troppo esempj di simili esplosioni, che riuscirono fatali.

Lasciando per ora questo, e venendo all'ebullizione, la quale non è, come dicemmo dapprincipio che una vaporizzazione, ossia trasformazione successiva delle molecole del liquido in fluido elastico aeriforme, la qual succede più che alla superficie, entro alla massa del liquido medesimo, mano mano cioè che esse molecole concepiscono il calore richiesto a siffatta trasformazione; ond'è, che si osservano sorgere e più pronte e più frementi le bolle da que' luoghi appunto del vaso, che vengono più riscaldati, ci conviene portare una particolar attenzione a ciò, che noto già da gran tempo ai Fisici, non è stato bene spiegato che in questi ultimi periodi, ed è come l'acqua, ed ogni altro liquido semplice ed omogeneo (notisi questa condizione), tale cioè, che col bollire, e colla conseguente volatilizzazione delle sue parti non soffra cambiamento alcuno di natura, di mistione, di densità e consistenza, acquistato che abbia il calore della piena ebullizione, non si riscalda davvantaggio continuando per qualsisia tempo a bollire, e per quanto si accresca sotto e attorno del vaso il fuoco.

Gli è questa a vero dire una necessaria conseguenza della conversione del liquido in vapore per tale determinato grado di calore, e. g. di 80. gradi nell'acqua. Giacchè tosto che il fluido arriva a questo punto di riscaldamento, cessa egli di esistere in forma liquida, e assume l'abito di fluido elastico, come si è mostrato fin quì. Or dunque fin tanto che dura l'ebullizione, finchè rimane indietro molto o poco della massa tuttavia liquida, segno è che questa non è ancor giunta al grado di calore preciso, avvegnachè trovisi vicinissima a toccarlo, al confine cioè, e in sul passaggio dall'uno stato all'altro. Nè già può trovarsi notabilmente sotto tale temperatura, poichè altrimenti cesserebbe l'ebullizione. Sono pertanto in una massa bollente il vapor elastico, che scappa fuori in larghe bolle, e il liquido che tutto ne ridonda e gorgoglia, son, dico, quello un pochetto solamente più caldo, questo un pocolino meno caldo del punto preciso, e tutt'insieme sono sensibilmente ad una temperatura; come mostra il Termometro, che vi si tiene presso a poco immobile, osservandovisi soltanto alcune picciole oscillazioni: per ischivar le quali, e sibbene ogn'altra picciola differenza, che può nascere dalla materia e forma del vaso, dalla maggiore o minore quantità dell'acqua bollente, e da altri aggiunti, come con dilicatissime sperienze ha scoperto il Sig. ACHARD; e per trovare quindi un punto veramente fisso, e di regola più certa per la graduazione de' Termometri, il miglior espediente è senza dubbio quello proposto da DE LUC, e CAVENDISH, assieme agli altri della Commissione nominata dalla Società Reale di Londra a quest'oggetto, di tener cioè immerso il Termometro anzichè nell'acqua bollente, nel suo vapore aeriforme, raccolto in un vaso, in guisa che lo riempia, e ne sorta con flusso continuo

Digitized by Google

da un'apertura nè larga molto, nè troppo stretta, onde non abbia a condensarsi di soverchio.

Resta solo difficile a concepirsi, come stando il vaso, in cui si vuol far bollire e. g. l'acqua sopra un fuoco abbastanza vivo, il quale riscaldandola rapidamente fino alla temperatura di 80. gradi circa, la porta presto all'ebullizione, come, dico, il calore di quel fuoco superiore di tanto agli 80. gradi, e sì anche il calore di altro fuoco più intenso che si sottoponga al vaso, penetrando esso vaso, e all'acqua comunicandosi incessantemente, non ne porti la temperatura ad un tratto, o in breve tempo almeno, qualche poco, un grado e. g. od un mezzo grado, più alto, quanto in somma basterebbe a trasformarla tutta di repente in vapore elastico. Dove va dunque, e cosa diviene tanto calorico, che continua ad entrare a pien torrente nell'acqua messa in ebullizione; se non ne innalza neppure di un picciol grado la temperatura per tanto tempo, per delle ore talvolta, che dura essa ebullizione, finchè siasi tutto il liquido convertito in vapore; quando avanti che il medesimo bollisse un fuoco anche meno vivo ne andava continuamente accrescendo il calore di molti gradi in pochi minuti? E come mai poco dopo cominciata l'ebullizione, insistendo, anzi crescendo l'azione del fuoco, se avvien che facciasi più vivo, nè più vi cresce il calore, nè vola via ad un tratto tutta la massa dell'acqua, che fu già prima ridotta al limite della sua trasformazione in fluido elastico? È forse inattivo il calorico che sopraggiunge in copia qualunque al liquido già bollente? Ma come, e perchè?

Queste difficoltà però vengono tolte, e tutto si comprende benissimo, ricorrendo alla dottrina del *Calore latente*, che BLACK in Edimburgo, e WILKE in Isvezia hanno i primi insegnata, e che oggi giorno viene sotto varie modificazioni adottata da quasi tutti i Fisici e i Chimici: supponendo cioè, che il calorico si leghi, o combini in qualsisia modo colle particelle del liquido, allorchè si trasformano in fluido elastico, al quale stato anzi sia egli medesimo il calorico, che le porta mercè di tal combinazione, e che ve le mantiene, finchè dura a starvi aderente: che in una parola, il calorico sia un *ingrediente* del vapore; e che in virtù di siffatta combinazione non trovandosi più tal calorico libero, impiegato altronde alla costituzione del fluido elastico aeriforme, perda altrettanto della sua forza di agire in qualità di *calor sensibile*, ossia termometrico, e divenga, come si è detto, *calor latente*. Ciò ammesso, tutto il calorico, e sia pur abbondante, che sopraggiunge al liquido arrivato già alla temperatura dell'ebullizione, si combina con un corrispondente numero di particelle di esso liquore, quali trasforma in fluido elastico, e vi diviene affatto *latente* nel modo indicato; onde la temperatura non si alza punto nè poco: e siccome grande è la quantità del calorico, che s'impiega nella produzione del detto fluido aeriforme, e ne diviene principio costituente, talchè ogni gocciolina di liquido, che trasformasi in

Digitized by Google

una bolla aeriforme ne assume e se ne incorpora buona dose; quindi è, che vi va molto di esso calorico, ed è mestieri di assai tempo, per convertire mano mano in cotal aura elastica una massa discreta di liquido, e ridurre coll'ebullizione il vaso a secco: nè altro produce un più vivo fuoco che si applichi al vaso, in cui già ferve l'ebullizione, se non un maggior numero di bolle, e più grandi alla volta, un fervore e tumulto maggiore; per cui meno tardi, ma pur tardi sempre, e con gran dispendio di calorico si giunge alla vaporizzazione di tutto il liquido, per poco che la quantità ne sia considerabile.

Comechè però non aumenti più sensibilmente il calore nell'acqua, e in qualsisia altro liquido omogeneo, entrato che sia una volta in piena ebullizione, conforme abbiamo spiegato; può nondimeno in certe circostanze concepire lo stesso liquido un calore di alcuni gradi più forte, essere portato ad una temperatura notabilmente più alta del divisato termine, senza punto bollire, senza trasformarsi in vapore elastico. Queste circostanze sono primieramente una maggior pressione ch'esso liquido sopporti sopra l'ordinaria dell'Atmosfera; in secondo luogo se smunto trovisi affatto d'aria ed in recipienti piccioli, e di collo stretto, sebben aperto, ne' quali si riscaldi senza punto venire agitato e commosso.

Per ciò, che riguarda la prima circostanza, cioè la pressione, non v'è tra' Fisici chi ignori, che siccome bolle l'acqua ad un calore molto minore dei soliti 80. gradi REAUM. l'acqua anche solo tepida, anche alla temperatura di 20. gradi, o meno, sotto la campana pneumatica, in cui, dico, siasi grandemente rarefatta l'aria; così all'incontro acquistar può, e sostenere molti gradi di calore dippiù dei detti 80. nell'aria molto condensata, o dove il vapore elastico medesimo non avendo esito si fa più denso, ed esercita per l'istesso calor eccessivo una più forte pressione sopra il liquido, come accade nel *Digestore*, ossia *Marmitta Papiniana*, o in qualunque altro modo soggiaccia essa acqua ad una pressione eccedente l'ordinaria dell'Atmosfera. Intorno però al determinare a quali gradi precisi di calore bolla l'acqua, o che è lo stesso, si trasformi in vapore elastico, per ogni pollice, anzi per ogni linea di pressione dippiù o di meno degli anzidetti 28. pollici, o reciprocamente quale sia la precisa pressione, sotto la quale trovasi l'acqua al limite di passare dallo stato ed aggregazione liquida alla forma di aura o vapore elastico, e questo reciprocamente al limite, di condensarsi di nuovo in liquido poche sono le sperienze, che si son fatte fino ad ora, non abbastanza estese (*a*) e poco soddisfacenti. Mi son dunque accinto ad intraprenderle io nella maggior estensione e colla possibile accuratezza, non solamente colle Macchine pneumatiche, ma coi tubi Torricelliani, e diversi altri apparecchi di mia invenzione: e i risultati, che ne ho avuto mi han condotto allo scoprimento di nuove

(*a*) Le sperienze del Sig. BETANCOURT.

Digitized by Google

verità, e di alcune leggi assai belle, feconde di conseguenze e di utili applicazioni alla teoria singolarmente della naturale evaporazione, e alla Scienza meteorologica.

La descrizione di tali mie sperienze, e il riferirne anche solo i risultati colle opportune applicazioni, ci tratterrebbe troppo lungo tempo, dopo il già consumato, e recherebbe a chi mi ascolta soverchia noja (*in questa rigida stagione soprattutto*). Lo rimetto dunque volontieri ad altro tempo, un tal soggetto, che fornirammi materia per più forse di un ragionamento; e terminerò il presente con dir qualche cosa intorno alle circostanze in secondo luogo accennate, le quali fanno, che un liquido qualsiasi possa concepire un calore di non pochi gradi superiore a quel fisso della sua ebullizione, senza punto bollire, ancorchè non soffra maggior pressione: la qual cosa pare non essere stata conosciuta; se non da pochi Fisici, fra' quali merita di essere distinto il Sig. DE LUC.

Farò dunque osservare, come riempiendo delle picciole boccette o matracci terminanti in un lungo tubo, a foggia di termometri, riempiendole d'acqua, o di spirito di vino, ben purgati di aria con una previa ebullizione, si possono far indi sopportare all'una e all'altro, ancorchè il tubo trovisi aperto in cima, 6. 8. 10. gradi di calore, e più ancora, sopra il rispettivo punto di ebullizione, senza che effettivamente bollano, restando anzi tuttora liquidi e quieti, cioè all'acqua più di 90. e forse 100. gradi REAUM.; allo Spirito di vino più di 70. ed anche 80., ed oltre se trovisi allungato con acqua: come infatti si costruiscono de' Termometri a spirito di vino, che sopportano il calore dell'acqua bollente, cioè di 80. gradi ed anche un maggiore.

Merita in vero considerazione questa tenacità, diciam così, dello stato liquido, che manifestano i liquori, ed in ispecie l'acqua; la quale da una parte resiste alla congelazione raffreddata di molti gradi sotto il zero del Termometro di REAUMUR, segnato per limite del ghiaccio, sol che mantengasi perfettamente quieta, come molte sperienze ripetute con particolar cura anche da noi, han fatto vedere; e dall'altra resiste egualmente, e nega di entrare in ebullizione riscaldata non pochi gradi sopra li 80. dello stesso Termometro, cioè sopra quel punto, giunta al quale suol essa bollire; e ciò parimenti nella circostanza di mantenersi quieta, o almeno di non provare alcuna sensibile commozione o agitazione intestina di parti. Or come mai la somma quiete rende l'acqua, ed altri fluidi così tenaci della loro liquidità, che resistano cotanto ai due estremi della congelazione, e della ebullizione? Per parlare quì soltanto di quest'ultima, e' sembra che non possa formarsi, o assai difficilmente, entro alla massa del liquido il vapore, e acquistar mole aeriforme, ove le parti di esso aggregato liquido sono tutte contigue, e godono di quella qualunque aderenza e coesione tra loro, che alle particelle pure de' fluidi compete, e che li rende tutti più o meno viscidi. Ci vuole per-

Digitized by Google

tanto qualche cosa, che rompa codesta contiguità, che scuota le parti da siffatta coerenza, che vinca una tale inerzia; al che serve a meraviglia, se contenga il liquido dell'aria, poca o molta che sia, la quale svolgendosi in bollicine e con ciò agitando alquanto le parti del fluido, ed interrompendone la continuità, dà luogo alla formazione, e gonfiamento del vapore in bolle aeriformi tanto più ampie. Ecco perchè avviene soltanto, ove il liquido trovisi ben purgato d'aria, e confinato e ristretto in vasi di angusto collo, e con ciò difeso da ogni agitazione, avviene soltanto allora, che sopporti un calore superiore di non pochi gradi al termine ordinario dell'ebullizione, senza tuttavia bollire; e come giunto a tale temperatura eccessivamente calda, entra poi d'improvviso nel più forte e tumultuoso ribollimento, se una bollicina sola di residua aria venga da ultimo a snidarsi da esso liquido, od anche se riceva altronde una sufficiente scossa, che giunga cioè, staccando in alcun luogo le parti, a formare entro alla massa di lui un'interruzione, una camera vuota.

Or quando per una od altra delle accennate circostanze, o per l'accresciuta forza del calore di già eccessivo, oltre un certo segno, viene finalmente superata l'inerzia, e tenacità del liquido, e prorompe esso in un'ebullizione forte e repentina, mirabil cosa è osservare, come il medesimo perde ad un tratto o in pochi istanti tutto quel calore, che concepito avea al dippiù del limite proprio dell'ebullizione; talchè un termometro immersovi, che prima nel liquido non anco bollente era salito pochi o molti gradi più alto, discende, ora che succede finalmente l'ebullizione, quasi d'un salto al suo punto giusto: (e. g. da 85. 90. 95. gradi REAUM. nell'acqua, a 80. gradi; da 70. 75. 80. a 63. nell'alcool); ed ivi poi si tiene fisso continuando l'ebullizione. Il quale fenomeno però (compagno di quell'altro che accade nell'acqua freddissima, la quale congelandosi sviluppa calor sensibile, e innalza il termometro immersovi da quel qualunque grado inferiore al 0. REAUM. a cui trovavasi, fino a tal punto giusto) per quanto sembri a prima giunta incomprensibile, non è punto difficile a spiegarsi; anzi è perfettamente consentaneo a ciò, che si è di sopra accennato intorno al calorico, che impiegandosi alla costituzione del vapore elastico, e divenendo un vero e proprio ingrediente del medesimo, cessa di produrre gli effetti del calor sensibile o termometrico, e si fa, come dicesi, *latente*. Ciò ben compreso non vi vuol molto a capire, come ottenendosi ad un tratto l'ebullizione, che pria per l'accennata inerzia, e coerenza delle molecole del liquido come da noi si spiega, per la somma quiete infine, comunque voglia spiegarsi non avea luogo, tutto il calorico che accumulato vi si truova al dippiù del solito limite, passi tosto, e s'impieghi alla formazione di una corrispondente quantità di vapore aeriforme, di tale e tanta copia cioè di bolle, quanta bastar possa ad assorbire ed incorporarsi tutta tal dose eccessiva di calorico; ond'è che la repentina ebullizione, di cui si tratta,

Digitized by Google

succede infatti maggiormente piena ed impetuosa, quanto era più ridondante il calorico, cioè quanti più gradi sopra il giusto limite era salita la temperatura nel liquido.

Da tutto il fin quì osservato intorno a questi, che potrebbero chiamarsi paradossi dell'ebullizione (siccome pure paradossi della congelazione gli accennati fenomeni riguardo alla medesima) risulta, che non mutandosi la pressione dell'Atmosfera, la temperatura di un liquido omogeneo realmente bollente e in pieno, non è sensibilmente variabile, ma fissa e costante; sebbene giunga per avventura in alcune particolari circostanze l'istesso fluido, pur coll'istessa pressione, a sostenere pochi o molti gradi di calore sopra tale punto, senza bollire. Resta dunque che possa, e debba, malgrado tali anomalie, chiamarsi a buon dritto un tal punto, punto fisso della ebullizione, e servire quello segnatamente dell'acqua, all'esatta graduazione de' Termometri; giacchè tuttavolta che questa entra in piena ebullizione, e finchè continua a bollire, non può più crescere in lei il calore e sorpassare li 80. gradi, per le ragioni spiegate, e come l'esperienza insegna: checchè ne sia, che crescere esso possa non entrando l'acqua per alcune rare ed accidentali circostanze in ebullizione, come si è veduto: nè d'altra parte può scemare, da detti 80. gradi, senza che l'ebullizione cessi.

Lo stesso è dell'altro punto fisso della congelazione, trovandosi esso pure costante ed invariabile nel ghiaccio che si fonde, e nell'acqua che attualmente si agghiaccia; giacchè in tale stato la massa semighiacciata non può essere nè ½ grado più fredda, poichè allora o sarebbe già tutta indurata, o passerebbe immantinente a indurarsi affatto, anzichè entrare o proseguire nella fusione; nè un mezzo grado più calda, poichè sarebbe allora intieramente fusa: è, dico, fisso e invariabile il grado di temperatura che è limite della congelazione, e che segna costantemente il termometro, sia nel ghiaccio che si fonde, sia nell'acqua che sta gelando, o in un miscuglio d'acqua e di ghiaccio, non ostante che in alcune particolari circostanze, di somma quiete soprattutto, possa l'acqua raffreddata di parecchj gradi, cioè 6. 8. ed anche più, sotto tal punto, sotto il zero REAUM. conservarsi tuttavia liquida [1].

---

[1] *Seguono parole di chiusa del discorso.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Digitized by Google

CXLV.

DISCORSO II.°

SULLA VAPORIZZAZIONE ED EBULLIZIONE DE' LIQUIDI

RECITATO NELLA GRAND'AULA DELL'UNIVERSITÀ

li 17 Giugno 1795.

FONTI.

STAMPATE.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: **K 19**; **H 40**; **H 26** α; H 29 (α, α′, α″, α‴); H 30 α; **H 35** β (parte 1ª).

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da K 19.
DATA: da K 19.

K 19: è la redazione autografa, che si pubblica per intero, del « *Discorso* 2° » sulla vaporizzazione ed ebollizione dei liquidi. Questo Mns., con K 18 (pubblicato nel N. CXLIV), con H 35 α (pubblicato nel N. CXLVII) e con altri Mns., faceva parte delle carte scientifiche del V. possedute dal Configliachi, il quale le ricorda nel 1831 nel suo elogio al V., come di una preziosa prova comprovante la priorità dei risultati conseguiti dal V. negli studi sulle tensioni dei vapori.

H 26 α: è un foglio Mns. che si pubblica per intero alla fine di questo Numero: esso contiene tabelle di risultati di calcoli, concordanti con risultati di esperienze richiamate in K 19.

H 40: è un fascicolo autografo (in parte pubblicato nel N. CXLIII) in cui sono registrate osservazioni meteorologiche (fatte dal dicembre 1794 al maggio 1796) e risultati di esperienze. Si pubblica qui solo la parte che riguarda il comportamento del vapore acqueo nel vuoto torricelliano, la quale è compresa fra le osservazioni meteorologiche del 21 maggio 1795 e quelle del 21 giugno dello

Digitized by Google

stesso anno. In H 40, prima di osservazioni meteorologiche del luglio 1795, trovasi pure una tabella di « *Osservazioni sulla pressione del vapore nella camera torricelliana a differenti gradi di calore* », che risultano assorbite dalla parte di H 40 che si pubblica. Inoltre sopra un foglio contenente osservazioni meteorologiche, fatte dal marzo al maggio 1796, appaiono operazioni aritmetiche coordinate alla costruzione di tabelle simili a quelle che si trovano in H 35 α (vedasi il N. CXLVII).

H 29 (α, α′, α″, α‴), H 30 α: sono fasci di fogli manoscritti, che non si pubblicano, e le cui pagine sono ricoperte di operazioni coordinate alla costruzione di tabelle simili a quelle che compaiono in H 26 α. In particolare i manoscritti H 29 α ed H 30 α presentano pagine in cui, frammiste alle accennate operazioni, appaiono altre operazioni e schemi di tabelle del tipo di quella che appare in H 35 α (vedasi il N. CXLVII). Saggi di queste pagine si riproducono in facsimile nel N. CXLVII, ove H 35 α è pubblicato.

H 35 β (parte 1ª): è un foglio Mns. del quale si pubblica, alla fine di questo Numero, la parte che presenta risultati di esperienze analoghe a quelle esposte in K 19. La rimanente parte di H 35 β è pubblicata nel N. CXLVI.

Lo studio analitico dei molti fasci di fogli Mns., le cui pagine sono letteralmente coperte di operazioni concatenate le une alle altre, e coordinate a stabilire la legge secondo la quale varia la tensione del vapore acqueo saturo in relazione alla temperatura, ha permesso di riuscire ad una classificazione di cinque differenti tipi di procedimenti seguiti dal V., i quali sono qui richiamati insieme alla indicazione dei Mns. più significativi in cui si trovano esposti, e dei Numeri nei quali questo Mns. sono pubblicati:

Procedimenti di 1° tipo — N. CXLV (Cart. Volt. K 19; H 26 α; H 35 β), N. CXLVI (Cart. Volt. H fot. 10).

Procedimenti di 2° tipo — N. CXLVII (Cart. Volt. H 35 α).

Procedimenti di 3° tipo — N. CLII (Cart. Volt. H 36 α).

Procedimenti di 4° tipo — N. CLII (Cart. Volt. H 26 β).

Procedimenti di 5° tipo — N. CLII (Cart. Volt. H 23 α).

Per una analisi di questi Mns. ed uno studio comparativo dei vari tipi di procedimenti che presentano, vedasi la « *Monografia sul Volume VII dell'Edizione Nazionale delle Opere di A. Volta* » del prof. Francesco Massardi, pubblicata nell'Appendice all'« *Opera di A. Volta* » (Milano, 1927-29) uscita per cura dell'Associazione Elettrotecnica Italiana.

Digitized by Google

Cart. Volt. K 19.

Ragionando io non ha molto, da questo onorevol luogo (Rettore magnifico, dottissimi Colleghi, Candidati esimj, Uditori tutti umanissimi, ornatissimi) ragionando io, della vaporizzazione ed ebullizione de' liquidi, non ho tralasciato d'indicare: come fralle circostanze; che fan variare il grado di calore a ciò richiesto, è da considerarsi principalmente la diversa pressione, cui trovansi essi liquidi sottoposti: però è, che non potendo l'acqua bollire, ossia trasformarsi in vapor elastico, e in tale stato sussistere sotto una pressione eguale a 28. pollici di mercurio, che è l'ordinaria dell'Atmosfera, se non giunge alla temperatura segnata 80. gradi nella Scala di REAUMUR (acquistato il qual grado, di calore, che la mette in piena ebullizione, non può essa acqua oltrepassarlo); bolle poi per un calore mano mano men forte, a misura che la pressione dell'Aria indicata dal Barometro è minore; tantochè può farsi bollente a ribocco l'acqua appena tiepida, anzi fresca, avente cioè 20. gradi di calore, o 15. soltanto, e meno ancora, messa sotto la campana pneumatica, in cui siasi grandemente rarefatta l'aria: laddove all'opposto acquistar può, avanti entrare in ebullizione, e sostenere molti gradi di calore sopra i detti 80. Reaumuriani ascendere a gr. 100. a 150. e più nell'aria corrispondentemente condensata, o dove il vapore elastico medesimo non trovando uscita, e accumulandosi, esercita perciò, e per l'istessa giunta di calore, una più forte pressione sopra il liquido, come accade nel *Digestore* o Marmitta Papiniana o in qualunque altro modo soggiaccia essa acqua ad una pressione eccedente l'ordinaria dell'atmosfera, a pressioni eguali per esempio a 2. 3. 4. a 10. 20. ec. Atmosfere: il che spiega le esplosioni talvolta terribili ch'è atto a produrre il vapore in tal modo coartato, e sopraffatto da eccessivo calore. Tali cose accennando io, note già da lungo tempo ai Fisici, soggiungeva che poche per altro sono le sperienze che si son fatte fino ad ora, troppo vaghe, non abbastanza estese, e quindi non molto soddisfacenti, intorno a ciò, riguardo massimamente all'oggetto, che mi sembra assai interessante di determinare a quali gradi precisi di calore bolla l'acqua, o che è lo stesso, si trasformi in vapore elastico e in tale stato sussista, per

Digitized by Google

ogni pollice, anzi per ogni linea di pressione di più o di meno degli anzidetti 28. pollici; o viceversa quale sia la pressione, sotto la quale trovasi l'acqua al limite di passare dalla forma od aggregazione liquida alla forma di aura o vapore elastico, e questo reciprocamente al limite di condensarsi in liquido. Per la qual cosa mi sono accinto, come già dissi, ad intraprenderle io tali sperienze nella maggior estensione, e colla possibile accuratezza, non solamente colla Macchina Pneumatica, ma coi tubi Torricelliani, e diversi altri apparecchj di mia invenzione, e non solamente sopra l'acqua, ma sopra diversi altri liquidi; e i risultati che ne ho avuti mi han condotto allo scoprimento di alcune bellissime leggi, feconde di conseguenze, e di utili applicazioni, specialmente alla Meteorologia. Ecco la materia, cui non potendo rinchiudere in quel primo ragionamento, per essere troppo ampia, mi son riservato a trattare nel secondo, che ho l'onore di tener oggi al vostro cospetto, Uditori preclarissimi: m'avveggo, che per quanto mi studj di ristringermi, non potrò ancora nel breve spazio di tempo concessomi dalla vostra sofferenza, esaurire il soggetto per ciò che riguarda massimamente le conseguenze e le applicazioni; ma confido di potervi presentare que' risultati almeno delle sperienze, che stabiliscono le accennate leggi da me scoperte.

Non mi tratterrò neppur qui a descrivere a parte a parte e con tutta minutezza gli apparati, chè troppo lungo sarebbe e difficile a farsi senza porre sott'occhio almeno le figure; giacchè il luogo e le circostanze non mi concedono di produrre gli apparati medesimi. Alcuni di voi però li hanno diggià veduti e considerati, e testimonj furono di varie sperienze con essi, che ho mostrato nel decorso di ben tre anni sì in particolare ad alcuni e colleghi e amici, e nazionali ed esteri, che pubblicamente nel Teatro di Fisica questo e l'anno scorso. Basterà dunque una descrizione tal quale, e all'ingrosso di questo o di quello, secondo che occorrerà in seguito, e l'indicare per ora che sono adattati cotesti apparecchi all'uopo di osservare e misurare con esattezza la pressione che soffre, e controbilancia al tempo stesso il vapor elastico, in cui si trasforma l'acqua pel calore, e la pressione che bilanciano i vapori parimenti elastici di altri liquidi, come alcool, olj essenziali, eteri, tanto entro a spazj o camere vuote intieramente d'aria, quanto entro a recipienti occupati da aria più o meno densa: a determinar, dico, appuntino la pressione del vapor acqueo, del vapor etereo ec. per ogni grado di temperatura, non solamente dal punto della fusione del ghiaccio fino al punto dell'ebullizione dell'acqua, cioè dal 0. fino all'80.^{mo} grado della scala di REAUMUR; ma per molti gradi ancora al di sopra e al disotto di tali punti. Adunque i varj gradi di forza espansiva che dispiega il vapore dell'acqua per ciascun grado di calore compreso in una scala termometrica lunghissima; poi il confronto della forza che dispiegano per eguali gradi di calore altri vapori elastici di altri liquori; finalmente se abbiavi differenza, e quale, riguardo a tali forze

Digitized by Google

espansive de' vapori e pressioni che essi bilanciano ne' spazj vuoti d'aria, e ne' non vuoti, occupati cioè da aria di densità naturale, o più o meno densa: questi tre punti principalmente sono stati il soggetto amplissimo delle mie ricerche sperimentali, delle quali mi propongo di comunicarvi i precipui e più curiosi risultati.

E per cominciare dalle pressioni del vapor acqueo ne' spazj sgombri di aria, non contento io di molte sperienze nella Macchina pneumatica, dove un qualche residuo d'aria rimane pur sempre nel recipiente, mi son rivolto per la massima parte delle prove, al vacuo Torricelliano, il quale suol riuscire più perfetto, come si sa, e perfettissimo poi se nelle canne medesime prima di capovolgerle si sia fatto bollire lungamente il mercurio; con che ogni minima bollicina d'aria ne viene espulsa. Avvegnachè però dalla maggior parte delle sperienze nel vuoto Boileiano non si possa aspettare tutta quella esattezza e precisione, che ci possiam promettere dal vuoto Torricelliano, nè si possano cotanto estendere le prove nelle macchine pneumatiche, com'io disegnava, ed ho fatto ne' tubi barometrici, sifoni, ec. cogli apparati insomma a tal uopo da me costrutti; nulla di meno per ciò che riguarda al determinare il limite dell'ebullizione a diverse temperature e pressioni, cioè sotto qual pressione entri giusto in ebullizione un dato liquido ad una data temperatura, es. gr. l'acqua a 60. gradi, e sotto quali altre a gr. 40. 30. ecc. tanto servono bene le sperienze della Macchina pneumatica, quanto le altre, e forse meglio, salvo quelle anomalie nell'ebullizione, di cui vi ho ragionato nel precedente discorso. Or già si è compreso, e non è più bisogno di tornarlo a spiegare, che l'ebullizione succede quando la forza espansiva del vapor elastico, in cui si trasformano successivamente le parti interne del liquido, che mano mano concepiscono quel dato grado di calore, arriva a bilanciare, anzi a superare di alcun poco la data pressione: epperò se osservisi nelle sperienze, di cui si tratta, qual sia la pressione che soffre il liquido allorchè entra in ebullizione, o meglio al momento che questa cessa (giacchè oltre all'esser più sicuro e facile di fissare la cessazione che il principio dell'ebullizione, è anche men soggetto tal termine ad anomalie), se osservisi, dico, qual pressione attualmente sussista nel recipiente pneumatico, pressione, che viene esattamente segnata dall'indice barometrico o manometro, che comunica col recipiente medesimo (seppure tal manometro sia stato benissimo purgato con avervi fatto bollir dentro lungamente il mercurio), sarà quella medesima la pressione, che sostiene anche il vapor elastico, che si apre un campo e si fa largo entro alla massa liquida, la rivolge sossopra, e attraversandola ne scappa fuori; e quindi non minore, anzi alquanto maggiore la forza espansiva, che vi contrappone esso vapore, giugnendo non che a bilanciarla, a vincerla cotal pressione, fintanto cioè che l'ebullizione si mantiene in vigore, fintantochè continua detto vapor elastico a formarsi in seno

Digitized by Google

alla massa liquida, e a sollevarla a fronte di tutta la pressione che la grava, riducendosi da ultimo all'equilibrio giusto nel punto che il bollore cessa.

Or dunque le prove da me fatte in questo modo e a tale intendimento colla possibile accuratezza, e ripetute più volte, mi hanno mostrato, che l'ebullizione dell'acqua, la quale sotto la pressione ordinaria dell'atmosfera eguale a 28. pollici di mercurio, linea più, linea meno, non succede che per un calore di 80. gradi circa de' Termometri ordinarj detti di REAUMUR, si ottiene poi nel recipiente pneumatico per un calore di 10. gradi minore, cioè a 70., tosto che si estragga tanto di aria, che la pressione venga diminuita di 11. in 12. pollici, riducendosi a 16. in 17. Colla perdita dunque di soli 10. gradi di calore la forza espansiva del vapor elastico aeriforme, che si equilibrava con una pressione eguale a circa 28. poll. di mercurio, scema d'assai; ella è però tanta ancora, che bilancia 16 ½ poll., e un poco più. Or quanto diminuirà ancora, e a che si ridurrà la pressione, che formi il limite dell'ebullizione ad una temperatura di 10. altri gradi inferiore, cioè a 60? Diminuirà ella forse di altri 11. in 12. pollici, come pei primi 10. gradi? Non già; ma di soli 7. circa, rimanendo ancora la pressione di quasi 20. poll. [1], sotto la quale può tuttavia bollire, o cessa appena di farlo la nostr'acqua calda non più dei detti 60. gradi. Proseguendo a lasciarla raffreddare di 10. altri gradi, tantochè giunga la temperatura sua a 50., la pressione sotto cui potrà giusto bollire troverassi da 4 ¼ poll. minore dell'anzidetta, cioè ridotta a poll. 5 ½ circa; e così poi a 40. gradi, a 30., a 20. corrisponderanno le pressioni di 3. poll. e 3. in 4. lin.; di 2. poll. [2] e 6. in 7. lin., e di 10. lin. all'incirca, le pressioni, dico, che limitano l'ebullizione per le anzidette rispettive temperature di 40., 30., e 20. gradi.

Fino a questo segno ho spinto le mie sperienze di far bollire l'acqua nella campana pneumatica, cioè fino al modico calore di 20. gradi sotto l'indicata pressione eguale a 10. lin. circa di mercurio: ho progredito ben anche più oltre, a 18. gradi, a 16. ec., ma contentandomi per ora di riferire i risultati che ho avuti di dieci in dieci gradi, tralascio tutti quelli dei gradi intermedj, che ho pure osservati colla stessa attenzione, e che mi hanno offerto differenze corrispondenti all'andamento indicato. Intanto questi che ho prodotti sono più che sufficienti a darci una norma di tal andamento, a farci rimarcare prima di tutto come ad una progressione aritmetica ne' gradi di calore non corrisponde già una simile progressione nei gradi di pressione, che giunge a bilanciare il vapor elastico dell'acqua; ma queste pressioni decrescono discendendo; o che è lo stesso aumentano ascendendo in una proporzione molto maggiore: cioè per eguali addizioni successive di calore gli accrescimenti corrispondenti nella quantità e forza espansiva del vapore

[1] *Così nel Mns.; evidentemente per distrazione, in luogo di:* « 10. poll. ». [*Nota della Comm.*].

[2] *Così nel Mns., in luogo di:* « 1. poll. » (*vedasi lo specchietto a pg. successiva*). [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

riescono molto maggiori: infatti dove dai 40. ai 50. gradi cresce la quantità del vapor acqueo o la pressione ch'esso sostiene e bilancia di 30. lin. presso a poco, cioè dai 3. poll. e 4. lin. circa, ai 5. poll. e 10. lin. o lì presso; dai 50. ai 60. gradi cresce di ben 50. lin. giugnendo a 10. poll., linea più, linea meno; e così poi dai 60. ai 70. gradi di lin. 84. in circa; e infine di 140. lin. dai 70. agli 80. gradi, seguendo sempre la stessa progressione crescente; la quale, come si vede, è tale, che corrispondentemente agli aumenti di calore di 10. in 10. gradi, gli aumenti che successivamente vengono portati alla forza del vapore acqueo con cui bilancia le pressioni, van crescendo nella proporzione di 3. a 5. assai prossimamente [1]. Una picciola tavola pone sott'occhio come stanno nell'indicata progressione geometrica le pressioni del vapor acqueo, e le differenze, corrispondentemente alla progressione aritmetica de' gradi di calore di 10. in 10. Eccola divisa in tre brevi colonne.

Calore - Scala Romuriana	Pressione del vapore espressa in linee di Mercurio lin.	Differenza lin.
20	9	
		$10\frac{4}{5}$
30	$19\frac{4}{5}$	
		18
40	$37\frac{4}{5}$	
		30
50	$67\frac{4}{5}$	
		50 , 4 [2]
60	$118\frac{3}{5}$	
		84
70	$202\frac{3}{5}$	
		140
80	$342\frac{3}{5}$	

Questa tavola la quale presenta i risultati solamente di 10. in 10. gradi, e solamente dai 20. agli 80., non è ancora che un saggio di una assai più estesa sopra e sotto tali punti, e che comprenderà tutti i gradi intermedj ad uno ad uno, la quale verrà ricavata da più numerose ed esatte sperienze fatte nel

[1] *Si pubblica, nelle aggiunte a questo Numero, la prima parte di H* 35 β, *che presenta risultati di esperienze parallele a quelle qui esposte in K* 19. [*Nota della Comm.*].

[2] *Così nel Mns.; evidentemente in luogo di:* « $50\frac{4}{5}$ ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

vuoto Torricelliano. Basta però già codesto saggio a mostrare in qual proporzione crescano o diminuiscano, crescendo o diminuendo il calore, le pressioni che esercita il vapor elastico dell'acqua; ed è facile del resto prolungarla col calcolo tal progressione, quanto si vuole, ed interpolare i termini dei gradi di calore, che abbiam segnati ivi soltanto di decina in decina, onde avere poi tutta seguita la progressione di grado in grado. Or non posso lasciare di dirvi già quì, che fatto questo calcolo, ed estesa cotal tavola, amplissima, i risultati tutti di un grandissimo numero di sperienze han corrisposto a que' dati o precisamente, o con un'approssimazione tale da soddisfare qualunque anche difficile e rigido osservatore [1].

Che ad una progressione aritmetica de' gradi di calore corrispondessero aumenti in una proporzione crescente della forza che dispiega, ossia della pressione che bilancia il vapore dell'acqua bollente, era stato già avvertito da altri Fisici, e segnatamente dal sagacissimo ed accurato sperimentatore DE LUC, il quale anche suppose che potesse aver luogo una legge costante, una progressione geometrica qual si fosse, ma mancava ancora una lunga serie di sperienze per istabilire cotal legge, e determinare al giusto la progressione geometrica pur anco ignota. Ecco dunque ciò che ho io compito colle moltissime sperienze, che da tre anni sono andato facendo sopra tal soggetto non men curioso che interessante: coll'esperienze dell'ebullizione nella Macchina pneumatica, che vi ho già in parte descritte, e con un maggior numero di altre nel vuoto Torricelliano, col quale, come ho già accennato, e colla scorta inoltre di apparati comodissimi all'uopo, che ho saputo immaginare, mi è riuscito e di estendere assai più la prova, e di averne risultati più esatti e precisi; conformi per altro, più di quello che si sarebbe potuto aspettare, a quegli altri ottenuti nella campana pneumatica.

Prima però di passare a queste nuove sperienze nella camera Torricelliana mi sia permesso, Uditori umanissimi, di farvi osservare alcune altre cose intorno a quelle nella Macchina di BOYLE. Il vapor elastico, il quale nel momento che si fa largo sollevando l'acqua (nel che consiste l'ebullizione) equilibra tutta la pressione, che viene indicata dal Manometro, non è permanente in tale stato di elasticità e di forza, sortito che sia dall'acqua, e diffuso nella capacità del recipiente o campana pneumatica, se non nel caso che regni anche in quello spazio la stessa temperatura che fa bollir l'acqua: se il calore però vi è minore, decade in proporzione la forza del vapore; una parte anzi del medesimo si disfà, e torna acqua, non sussistendone sotto forma elastica in quel vano, se non la quantità corrispondente al grado attuale di calore dello spazio, in cui si truova. Così per esempio se il calore dell'acqua posta nel recipiente pneumatico, e che vi bolle sotto la pressione indicata

[1] *Si pubblicano alla fine di questo Numero tabelle tolte da H 26 α, che presentano risultati di calcoli concordanti colle esperienze alle quali il V. qui accenna.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

dal Manometro di poll. 5 $^3/_4$, sia circa 50. gradi, mentre il calore nel vano del recipiente medesimo giunge a 30. solamente; il vapor elastico che sollevando l'acqua, e all'uscirne bilanciava i d.^{i} 5 $^3/_4$ poll. di pressione, passando ora nel vano del recipiente alla temperatura di 30. gradi, pel qual calore può equilibrarsi soltanto con una pressione di poll. 1 $^3/_4$ circa, come abbiam veduto dalle sperienze, e dalla tavola già riportata, verrà disfatto per più di $^2/_3$, tanto cioè che il residuo bilanci giusto tal pressione di 1 $^3/_4$ poll., invece dei primi 5 $^3/_4$ poll. Da ciò viene che in simili sperienze tutto s'annebbj il recipiente, e le pareti copransi di goccie, che colano giù in abbondanza da ogni lato.

Essendochè nell'addotto esempio la pressione entro il recipiente pneumatico indicata dal Manometro mentre bolle l'acqua a 50. gradi equivale in tutto a 5 $^3/_4$ poll.; se di questa 1 $^3/_4$ come or or dicevamo, vale a bilanciarli il vapor elastico ivi diffuso e mescolato all'aria, che non si è già tutta estratta, può dedursi, che tanto vi sia rimasto d'aria appunto quanto ricercasi al complemento di tali 5 $^3/_4$ poll. cioè per 4. poll. circa: e ciò viene comprovato dal fatto; giacchè non estraendo più nulla dal recipiente, col solo lasciar raffreddare l'apparato, a segno che cada tutto o quasi tutto il vapore, e vi rimanga l'aria sola, di cui a differenza di quello l'elasticità è permanente, discende il Manometro, e si fissa agli indicati 4. pollici circa.

Or è facile il comprendere, che se continuisi a far giuocare la Macchina pneumatica, per esaurire sempre più d'aria il recipiente, in cui si è posta acqua calda, ne andrà sortendo in un coll'aria anche di quel vapore aeriforme, che è misto con lei; ma quanto di vapore si va estraendo, altrettanto ne viene mano mano supplito e somministrato dall'acqua che abbonda nel recipiente, in virtù del calore che suppongo mantenersi agli stessi 30. gradi, onde equilibrare sempre la pressione di 1 $^3/_4$ poll. corrispondente a tal temperatura; laddove di aria non ne vien punto restituito; epperò procedendo con tal esaustione si arriva a non lasciare che un minimo minimissimo di aria nel recipiente, e allora tutta la pressione indicata dal Manometro che è nell'allegato esempio = 1 $^3/_4$ di mercurio vien formata e mantenuta dal vapore aeriforme, che occupa egli solo la capacità del recipiente.

Intendesi ancora facilmente come, acciò abbia luogo il fenomeno dell'ebullizione, deve parte almeno del vapor elastico formarsi in seno al liquido e scappar fuori da esso, non già prodursi tutto quanto alla superficie. È per tanto necessario che il calore sia maggiore in alcun luogo dell'interna massa liquida; e veggiamo che il vapore scoppia infatti in forma di grosse bolle da quella profondità sotto la superficie, ove il calore acquistato o mantenuto è maggiore, dal fondo cioè di un vaso posto a bollire sul fuoco, e dal mezzo, o da qualche strato vicino al mezzo dell'acqua calda non bollente posta sotto la campana pneumatica, e portata indi all'ebullizione col far giuocare la macchina, dal luogo insomma dove si mantiene il maggior calore. Che se

Digitized by Google

trovisi la superficie del liquido egualmente calda, o più calda de' strati inferiori, come può avvenire ove un corpo molto caldo le si presenti al disopra, ovvero sia più caldo l'istesso ambiente, allora non compare ebullizione per quanto forte sia questo calore, e superi pur anche quello che sotto l'attual pressione basterebbe a far bollire il liquido, ove lo concepissero le parti di esso liquido sotto la superficie. Così p. e., avvegnachè 20. gradi circa di calore bastino a far bollire l'acqua sotto una pressione eguale a 10. lin. di mercurio, come ci han provato le sperienze colla Macchina pneumatica già riportate, bastino, dico, 20. gradi quando la temperatura alla superficie dell'acqua è un poco minore, e minore assolutamente quella che regna dentro al vano del recipiente, non bastano nè 20. nè 24. gradi, quando trovisi più caldo di così l'interno di detto recipiente, e quindi anche la superficie dell'acqua. Or dunque per far bollire l'acqua sotto la campana pneumatica vi vuol sempre, che la temperatura dell'ambiente sia più fredda di quella a cui si vuole che bolla essa acqua mercè il diminuire col giuoco della macchina, la pressione, sopra il liquido, fino a ridurla al segno di equilibrare appena la forza che dispiega il vapore elastico: toccato il qual segno non è possibile diminuire più oltre cotal pressione, per quanto si continui l'esantiazione (*sic*), poichè sorge mano mano nuovo vapore elastico a mantenerla, come si è poco sopra spiegato. Or non fia più maraviglia se non otterremo mai l'ebullizione dell'acqua calda soltanto 10. 15. 20. gradi, per quanto si faccia lavorare la Macchina pneumatica, in estate, o qualunque volta la temperatura dell'ambiente superi rispettivamente i detti 10. 15. 20. gradi; la qual ebullizione si ottiene coll'istesso giuoco senza difficoltà d'inverno, o in un ambiente notabilmente più freddo: l'ho detto, e parmi averlo spiegato abbastanza; quando trovasi la superficie del liquido egualmente calda o più calda de' strati inferiori, non compare l'ebullizione, per quanto forte sia questo calore, non compare il vapor elastico, che pur si forma nella quantità che esige il dato grado di calore, non compare, dico, perchè si forma tutto alla superficie del liquido, e indi si leva e si diffonde invisibilmente nello spazio che gli si offre: non compare codesto vapore aeriforme, appunto perchè aeriforme, all'occhio; ma ben si manifesta colla pressione che esercita entro a quello spazio in cui vien ricevuto, pressione proporzionata alla temperatura che vi regna, eguale cioè a 10. linee, se la temperatura è circa 10. gradi, a 20. lin. se la temperatura è intorno a 30. gradi, a 38. lin. per una temperatura di 40. gr., ecc., in conformità de' risultati già riferiti.

Ma per determinare al giusto, e con maggiore esattezza la pressione del vapore spiccatosi già dal liquido, sia che questo bolla o no, e sussistente in forma elastica nello spazio o camera che occupa, per determinare, dico, colla più possibile precisione la pressione ch'esso bilancia corrispondentemente a varj gradi di calore, convien alfine ricorrere alle sperienze nel vuoto Torri-

Digitized by Google

celliano, che vi parrà forse ch'io avessi posto in dimenticanza dopo averle fin dal principio annunciate come quelle che oltre all'essere state di molto più numerose mi sembrano anche le più dimostrative, e che meritano la maggior considerazione. Tali realmente sono, e le sperienze medesime con tutti i loro aggiunti, e i risultati che offro alla vostra perspicace penetrazione, se mi siete ancor cortesi d'animo più che di orecchio, riveriti ascoltanti.

E quì per darvi un'idea dell'apparato, che ho più frequentemente adoperato, vi dirò che consiste in un doppio pozzo profondo di mercurio, formato da due canne di ferro chiuse in fondo, e terminanti in cima in una larga tazza comune, per comodo d'immergervi diversi tubi torricelliani in un col dito che ne tien chiuso l'orificio, e parte anche della mano, se occorre, qualunque de' quali tubi portandolo sopra l'apertura dell'una o dell'altra canna, posso fare che vi peschi più o meno profondamente e ritenerlo a tutta la altezza che fa bisogno, mediante alcuni congegni, oppure abbandonarlo a quella mediocre immersione, a cui si tiene da sè, senza pericolo di rovesciarsi. Un tubo Torricelliano lungo da 35. pollici, e pieno di mercurio bollitovi dentro lungamente vi suol stare abbandonato appunto così a mezza immersione, nel quale stato riman pieno. Quando però si innalza tal tubo tantochè sopravvanzi il livello del mercurio nella vasca più di 28. poll. (30. p. e. o 32.), rimane per quel tanto dippiù, una camera in cima perfettamente vuota e l'altezza della colonna mercuriale sopra il d.° livello misura esattamente la pressione dell'atmosfera, come si sa. Così un tal tubo mi serve di campione per i confronti. Tengo preparati altri tubi Torricelliani, pieni similmente di mercurio, che da un'altra vaschetta, o tazzino, ove stanno già capovolti, si trasportano secondo che occorre nella vasca o pozzo dell'Apparato. In questi tubi, finchè contengono mercurio e non altro, questo si sostiene alla medesima altezza come nell'anzidetto campione che è l'altezza barometrica. Ma se s'introduca per di sotto in qualcuno un pochetto d'acqua, o d'altro liquore, si deprime tosto il mercurio di alcune linee, o di alcuni pollici, secondo che il liquore è acqua, alcool, od etere, e secondo che la temperatura è più calda. Così egualmente si tien bassa la colonna di mercurio, se quel liquore vi è stato già prima introdotto.

Or non essendovi punto di aria, nè altro gas permanentemente elastico in cotal camera Torricelliana, gli è dunque un vapor elastico aeriforme formato dall'acqua, dall'alcool, o dall'etere, che occupa essa camera, e che deprime il mercurio quelle tante linee o pollici. Dico vapor elastico aeriforme; tale però, che perde tal forma ed elasticità, e si condensa di nuovo in liquido, a misura che la temperatura diviene più fredda. Ad ogni modo non si condensa mai tutto per solo raffreddamento, anche fino al punto della naturale congelazione, giacchè a quel segno sussiste ancor tanto di vapor acqueo da tener depresso il mercurio più di 1. linea, e del vapore degli altri liquori più

Digitized by Google

vaporizzabili molto dippiù: quello dell'alcool alla d.ª temperatura di 0. REAUM. deprime ancora il mercurio di circa 8. lin. e quello dell'etere vitriolico di 5. in 6. pollici: la qual cosa fa veramente stupore. A costringere e condensare in liquido tutto il vapore, sicchè giunga la colonna a compiere l'altezza barometrica, o arrivi in cima affatto a riempiere il tubo, senza lasciarvi alcuna camera o spazio, bisogna accrescere fino a un certo segno la pressione, tantochè superi la forza espansiva del vapore a quella data temperatura: il che si ottiene immergendo tanto che basti il tubo nel pozzo di mercurio. Insomma per ogni grado di calore vi è una determinata pressione, che è limite della vaporizzazione di un dato liquido, in guisa che da una parte il vapore ossia l'aura elastica già formata ed occupante uno spazio, è lì lì per condensarsi di nuovo in liquido, e succede infatti, che si condensi o tutto o parte, per poco che si accresca contro di lui la pressione, o per poco che scemi il calore; e dall'altra il liquido rimasto è lì lì per formare della sua sostanza nuovo vapore elastico, e ne fornisce infatti (entrando anche in ebullizione se le circostanze ossia condizioni a ciò richieste, e già spiegate concorrano), per poco che s'aumenti il calore o diminuisca la pressione. Tale è lo stato di un liquido qualsiasi, e del suo vapore mutabili per poco un nell'altro, in uno spazio sgombro d'aria qual è la camera Torricelliana; come già ci si è mostrato, e tale ancora in uno spazio ossia recipiente che contenga aria, come ci si mostrerà in seguito.

Ciò premesso, ecco dunque come a determinare le pressioni del vapore corrispondenti a ciascun grado di calore, e reciprocamente i gradi di calore corrispondenti a ciascuna pressione, e ciò non solo per l'acqua, ma per qualsivoglia liquore, a determinare appuntino tali rispettivi limiti della vaporizzazione di grado in grado per qualunque lunghissimo tratto di scala termometrica serve compitamente il nostro apparato; nel quale per dare al liquido ed al vapore insieme la temperatura che voglio, adatto al tubo Torricelliano una specie di bicchiero forato nel piede, che scorre, mediante un turacciolo di sughero parimenti forato, su e giù per il tubo a piacimento, e che riempio poi, secondo fa bisogno, di ghiaccio, d'acqua fredda, tiepida, calda a 50. 60., e più gradi, misurando il calore di tal bagno, e quindi anche del liquido, e del vapore alla cima del tubo circondato da esso bagno, con un termometro comune immersovi, delicato ed esatto. Non potendo cotal bagno d'acqua oltrepassare mai li 80. gr. R. ossia quel calore che mantiene essa acqua in piena ebullizione ne' vasi aperti; anzi non potendo neppur arrivarvi nel modo che pratico, che è di versare l'acqua calda nel bicchiero; giacchè, sebben bollente quando la verso, cessa tosto dal bollire versata che è, e si raffredda ben tosto di alcuni gradi; quando voglio avere li 80. gradi, o dippiù, ed osservare per tal calore la pressione che esercita il vapore, infondo nel bicchiere dell'olio caldo 90. o più gradi: il qual calore è ben lungi dal massimo che può esso olio concepire, e dalla sua ebullizione.

Digitized by Google

Del resto o che adoperi il bagno d'olio, o quello d'acqua calda, in ogni caso per notare con maggiore sicurezza e precisione la depressione del mercurio, ossia la pressione che esercita il vapore che occupa la camera Torricelliana, a diversi gradi di calore, è più spediente di osservare e notare allorquando il calore ha cominciato già da qualche tempo, e continua a dar addietro, potendosi fare le osservazioni grado per grado, ed essendo durante tal marcia retrograda e lenta molto più uniforme la temperatura del vapore nel tubo a quella del bagno che lo circonda, che non subito dopo versata l'acqua o l'olio caldo nel bicchiere; con che anche si va di $\frac{\text{salto}}{\text{slancio}}$ molti gradi sopra, e sfuggono all'osservazione i gradi intermedi: la qual cosa non accade nel raffreddamento progressivo, il quale ci offre il comodo di osservare le differenze, come abbiam detto, grado per grado.

Avvertirò da ultimo, che il bagno debbe coprire e circondare tutta la camera, tutta la parte superiore del tubo occupata dal vapore, ed estendersi anche un poco più sotto, acciò tutto il vapore, e la superficie almeno del liquido, che deve fornirlo, trovinsi a quella temperatura, che marca esso bagno. A misura pertanto, che essendo più forte il calore si deprime davantaggio il mercurio nel tubo, convien immergere esso tubo più profondamente nel pozzo, tanto che ascenda il mercurio nel tubo medesimo, e costringendo il vapore lo confini in quel solo spazio, che trovasi circondato dal bagno.

Tralascio di spiegarvi alcune altre attenzioni richieste per ischivare alcuni piccioli errori, che possono introdursi nelle osservazioni; e vengo finalmente ad esporre i risultati, che col descritto apparato ho ottenuti: riguardo a' quali vi avrò detto quasi tutto col dire, che sono conformi tanto a quegli altri dell'ebullizione dell'acqua nel recipiente pneumatico di cui vi ho già lungamente trattenuti, quanto mai avrei potuto aspettarmi. Concordano dunque essi a stabilire la pressione del vapore uguale a 10. linee di mercurio alla temperatura di circa 20. gradi; eguale a 21. lin. alla temperatura di circa 30. gr.; di 40. lin. verso i 40 gr. e così proseguendo di 10. in 10. gradi fino agli 80. in 81. gradi, cogli aumenti di pressione nell'istesso rapporto, al qual termine riesce la pressione che il vapore sostiene e bilancia 344. lin. cioè 28. in 29. pollici: il tutto come sta espresso nella tavola più sopra riportata. Insomma per tutto questo tratto non v'è discrepanza considerabile tra i risultati ottenuti nelle due maniere di sperienze, come neppure tra sperienze parallele della stessa maniera, essendo al più di qualche linea, per parte della pressione e ciò solo nelle temperature alte (giacchè nelle basse le variazioni non vanno che a frazioni di linea), e di un mezzo grado, o di un grado al più per parte del calore: le quali picciole differenze, come si vede, nascer possono dal non cogliere giusto giusto il punto sì del calore, che della depressione del mercurio nel tubo, nelle alte temperature

Digitized by Google

massimamente, in cui succedono molto rapide le perdite del calore, e grandi le corrispondenti mutazioni nella pressione del vapore.

La predetta tavola segna, come si è veduto, soltanto sei termini di calore equidistanti, cominciando dai 20. gr. e arrivando agli 80. e nota la progressione geometrica nella quale si fanno corrispondentemente gli aumenti di pressione al vapore; ma è pur importante e di interpolare questi termini con altrettanti quanti sono i gradi intermedj di calore segnati dal Termometro, e di prolungare la tavola medesima. Ebbene tutto questo ho fatto e per via di calcolo, e per via d'esperienze; e il calcolo e l'esperienze si son trovate nel più bell'accordo. Vorrei potervi porre sott'occhio la nuova e lunga tavola calcolata in confronto d'un'altra ricavata direttamente dalle mie sperienze; e vedreste che in niun luogo vi hanno differenze maggiori di quelle, che provenir possono, come testè vi diceva dal non cogliersi per avventura il punto giusto della pressione o del calore, il che talvolta è difficile. Cotali picciole varietà, e che è presumibile che nascano appunto da piccioli sbagli nell'osservazione, sovente inevitabili, non debbono ragionevolmente far eccezione alla legge, che si vuole stabilire, nè portarci a diffidare della giustezza della medesima: no non valgono picciolissime varietà di tal sorta a guastare quella bella progressione geometrica negli aumenti o decrementi di pressione al vapore innalzandosi od abbassandosi la temperatura in una progressione semplice aritmetica, cioè in ragione crescente da 3. a 5. per differenze successive eguali di 10. gradi di calore ascendendo, e decrescente da 5. a 3. discendendo.

Con tali proporzioni prolungando ambe le tavole sotto ai 20. gradi, al qual termine veduto già abbiamo (e coll'esperienza dell'ebullizione nella campana pneumatica, e con quelle nella camera Torricelliana, di cui ora si tratta) che la pressione del vapore si agguaglia a circa 10. lin. si truova subito col calcolo qual debba essere la pressione a 10. gr., a zero, e a tutti i gradi intermedj; e le sper.^{ze} han corrisposto esattamente: esse mi hanno dato tra 4. e 5. lin. di depressione del mercurio portata dal vapor acqueo alla temperatura di 10. gr. e 1. in 2. lin. alla temperatura di zero; e a proporzione ne' gradi intermedj.

Ella è cosa ben rimarcabile, che la temperatura, che fonde appena il ghiaccio, giunga benanco a vaporizzar l'acqua a trasformarla in un'aura sussistente in forma elastica, in uno spazio ove non è tolta neppure ogni pressione, ma se ne fa sentire una che supera quella di una linea di mercurio. È dunque lo stato liquido dell'acqua, e d'ogni altro liquore, giacchè tutti presentano più o meno il medesimo fenomeno, uno stato accidentale forzato in cui è contenuta da soverchia pressione, la qual vince e supera la forza con cui tende in virtù dell'attuale temperatura ad assumere l'abito aeriforme elastico: talchè nel vuoto perfetto non vi sarebbe, come si spiega LAVOISIER, che un

Digitized by Google

grado indivisibile del Termometro per lo stato liquido dell'acqua, medio tra lo stato solido di ghiaccio, e lo stato aeriforme, sarebbe tale liquidità un punto passaggiero.

Lasciando per ora queste considerazioni, tornando brevemente alle sperienze da ultimo indicatevi, vi farò riflettere, che per tutte le osservazioni al disotto dei 20. gradi, ed anche dei 25. non è necessario il bagno nel modo ch'io uso col mio apparato, potendosi le medesime fare in tempi e luoghi, in cui l'ambiente stesso segna al termometro, or questa or quella temperatura: or le osservazioni fatte così sono anche suscettibili di maggior esattezza e precisione. Che se l'ambiente è caldo, marcando il termometro 18. 20. o più gradi; e vogliansi determinare le pressioni del vapore per alcuno, o per tutti i gradi inferiori a quella temperatura; converrà allora ricorrere al bagno, ma d'acqua fresca, o di ghiaccio.

Riguardo al prolungare la tavola delle sperienze sopra li 80. gradi, per vedere se coincidano ancora i risultati colla tavola calcolata, è necessario ricorrere ad altri apparati, il fin qui adoperato non potendo servire che fino a d.i 80. gr. al più; giacchè la pressione del vapor acqueo equilibrandosi già colla pressione di tutta la colonna atmosferica, e deprimendo quindi il mercurio nel tubo fino a livello di quello del pozzo, se passa poi avanti il calore di esso vapore a 81. 82. gradi ecc. crescendo esso corrispondentemente in quantità e in forza deprime il mercurio nel tubo sotto d.° livello, senza che possiamo sapere di quanto, essendoci tolto di vedere più sotto.

Fra i varj apparati per misurare la pressione del vapore a diversi gradi di calore sopra quello, che gli fa bilanciare la pressione dell'Atmosfera, il più semplice, di cui molto mi son valso, è quello di un lungo tubo, chiuso e ripiegato al basso a foggia di sifone, in breve somigliante in tutto a quello, di cui si fa uso ne' Corsi di Fisica sperimentale per dimostrare la condensazione dell'aria in ragione delle compressioni giusta la legge di MARIOTTE. Fo passare in cima al braccio corto e chiuso una picciola quantità d'acqua, o di qual altro liquore mi piace di sottoporre alla prova, e riempio il resto di tal braccio, e una parte dell'altro lungo e aperto, di mercurio. Preparato il tubo così, quando voglio far le mie prove, lo immergo fin sopra la cima del braccio corto in un bagno d'olio, che faccio riscaldare gradatamente al di là degli 80. gradi, e dei 90. quanto occorre. Or se il liquore, che sta confinato dal mercurio contro la cima del braccio corto, è acqua, comincio ad osservare la sua trasformazione in vapor elastico, che deprime il sottoposto mercurio, e lo innalza corrispondentemente nel braccio lungo, comincio, dico, ad osservar ciò tosto che il calore del bagno è presso agli 80. gradi; e quando vi giunge è tale già quella depressione e questo innalzamento, che il mercurio si truova al livello ne' due bracci, o presso al livello. Si equilibra dunque allora la pressione del vapore con quella dell'Atmosfera eguale a 28.

Digitized by Google

poll. di mercurio, linea più, linea meno. Crescendo il calore, cresce in quantità e in forza il vapore aeriforme, e prevalendo la sua pressione si deprime vieppiù il mercurio sottoposto nel braccio corto, e s'innalza nel lungo e aperto; nel quale infondendo anche di posta nuove dosi di mercurio secondo il bisogno, osservo a diversi gradi di calore sopra i d.i 80. quanto più alto stia il mercurio in questo braccio aperto che nell'altro in cui trovasi confinato il vapore: tale altezza della colonna sopra il livello è tanta pressione dippiù dei 28. poll. che esso vapore sostiene e bilancia.

Ora i risultati anche di queste sperienze si truovano sufficientemente d'accordo colla tavola calcolata dietro l'esposta progressione geometrica; la quale dà per 10. gradi di calore sopra gli 80. 19. in 20. poll. dippiù di pressione, e la giunta di altri 32. in 33. poll. per altri 10. gradi di calore, cioè alla temperatura di 100. gradi. Son dunque a questa temperatura da 52. poll. di mercurio, oltre la pressione dell'atmosfera, che il vapore dell'acqua giunge a bilanciare, cioè una pressione in tutto poco minore di 3. Atmosfere.

Io non sono andato più innanzi colle sperienze, che riescono più difficili, e non poco imbarazzanti, portate a questo segno; ma il calcolo, del quale, dopo tanti dati e verificazioni, non c'è ragione di diffidare, e a cui possiamo con sicurezza rimetterci, porta che al calore, a cui si fonde lo stagno, il più fusibile dei metalli, che è di circa 185. gradi REAUM. la pressione del vapor acqueo dee superar quella di 60. atmosfere, e al calore che fa bollire il mercurio, che è di 252. in 253. gr. vincere una pressione eguale a 8000. atmosfere. Ma non è nulla ancora in paragone della molla che dee dispiegare lo stesso vapor dell'acqua ove le avvenga di concepire il calore del rame, dell'argento, o de' bronzi fusi. Quale spaventosa forza! E chi più si meraviglierà delle terribili esplosioni prodotte in simili incontri da picciole quantità d'acqua?

Termino quì il lungo discorso d'oggi, rimettendo ad altra occasione il parlarvi delle sperienze sopra l'alcool, gli eteri, ed altri liquori, cioè sopra la forza che dispiega il vapor elastico di ciascun d'essi a diversi gradi di temperatura, in confronto di quello dell'acqua, ricerca, che è pure molto interessante; e sopra la quantità e forza del vapore, sia acqueo, sia qualunque altro, ne' spazi non più vuoti, ma occupati dall'aria di qualunque densità; altra ricerca più ancora interessante per le applicazioni: dalle quali sperienze verremo e a stabilire altre belle leggi, inaspettate e sorprendenti, e a dedurne tali conseguenze, che ci conducano finalmente a concepire chiaramente la teoria della naturale evaporazione, e tutto ciò che vi ha rapporto [1].

---

[1] *Seguono parole di chiusa del discorso.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

AGGIUNTE TRATTE DAI MANOSCRITTI DI A. VOLTA

Cart. Volt. H 40.

Trasformazione d'ogni liquido in un'aura elastica, o vapor aeriforme, condensabile però di nuovo in liquido, ad ogni grado anche temperatissimo di calore, anche al punto, ossia limite della congelazione; sol che la pressione, che sopporta, sia diminuita fino a un certo segno.

Ossia ogni fluido prende e ritiene la forma di aura elastica a qualsisia infimo grado di calore, che basti soltanto a mantenerlo fluido, l'acqua p. e. a quel grado che basta appena ad impedire che si congeli, se trovisi libero da ogni pressione, in uno spazio non resistente. Anzi pure mantiensi in tale stato elastico aeriforme anche sotto a delle sensibili pressioni, e mano mano più grandi, equilibrando tali pressioni, a misura che la temperatura supera di alcuni gradi il detto limite della fusione, e. g. il 0. REAUM. per l'acqua. Ogni corpo fuso sarebbe dunque allo stato aeriforme, se non fosse una soverchia pressione, che lo costringe e ritiene nello stato liquido. Tutto ciò, e il limite preciso della pressione, che può a ciascun grado di calore sostenere il vapor aeriforme dell'acqua, dell'alcool, dell'etere vitriolico ec. viene facilmente determinato coll'apparato quì descritto.

Alla fig. 3. *AB* è un tubo torricelliano pieno di mercurio bollitovi dentro lungamente. *C* un pozzo profondo di mercurio, in cui pesca il detto tubo, e vi sta abbandonato. Quando si innalza tal tubo tantochè stia sopra al livello del mercurio del pozzo, più di 28. pollici (30. p. e. o 32.) rimane la camera in cima perfettamente vuota; e l'altezza della colonna misura esattamente l'intiera pressione dell'Atmosfera, come si sa.

Sono preparati altri tubi torricelliani, pieni similmente di mercurio, che da una vaschetta, o bicchiero *G* si trasportano, secondo che occorre, nella vasca o pozzo grande *C*. In questi il mercurio si tiene alla medesima altezza. Ma se s'introduce per di sotto in uno un poco d'acqua, o d'altro liquore, o

Digitized by Google

se vi è già stata introdotta, si deprime il mercurio di alcune linee, o di alcuni pollici, secondo che il liquore è acqua, alcool, od etere, e secondo che la temperatura è più calda. Non essendovi punto d'aria nè altro *gas* permanentemente elastico nella camera torricelliana, gli è dunque un vapor elastico aeriforme formato dall'acqua, dall'alcool, o dall'etere, che occupa tal camera, e che deprime il mercurio tante linee o pollici. Dico vapor elastico aeriforme; tale però che perde tal forma ed elasticità, e si condensa di nuovo in liquido mano mano che la temperatura diviene più fredda. Ad ogni modo non si condensa mai tutto, per solo raffreddamento anche fino al punto della naturale congelazione; giacchè a quel segno sussiste ancor tanto di vapor acqueo da tener depresso il mercurio di circa lin. 1 ½, e degli altri liquori più vaporizzabili molto più. A costringere e condensare in liquido tutto il vapore, sicchè giunga la colonna a compiere l'altezza barometrica, o arrivi in cima affatto a riempiere il tubo men lungo di 28. pollici, senza lasciarvi alcuna camera, o spazio, ci va una tale o tal altra determinata pressione, maggiore cioè, o minore, secondo che il calore è più o men forte. In somma ad ogni grado di calore vi è una determinata pressione che è limite della vaporizzazione di un dato liquido, in guisa che da una parte il vapore ossia l'aura elastica già formata è lì lì per condensarsi di nuovo in liquido, e succede infatti che si condensi o tutto o parte per poco che o si accresca sopra di lui la pressione, o scemi il calore, nello stesso tempo che il liquido rimasto è lì lì per formar della sua sostanza nuovo vapore elastico, e ne fornisce infatti entrando anche in ebullizione per poco che o s'aumenti il calore, o diminuisca la pressione.

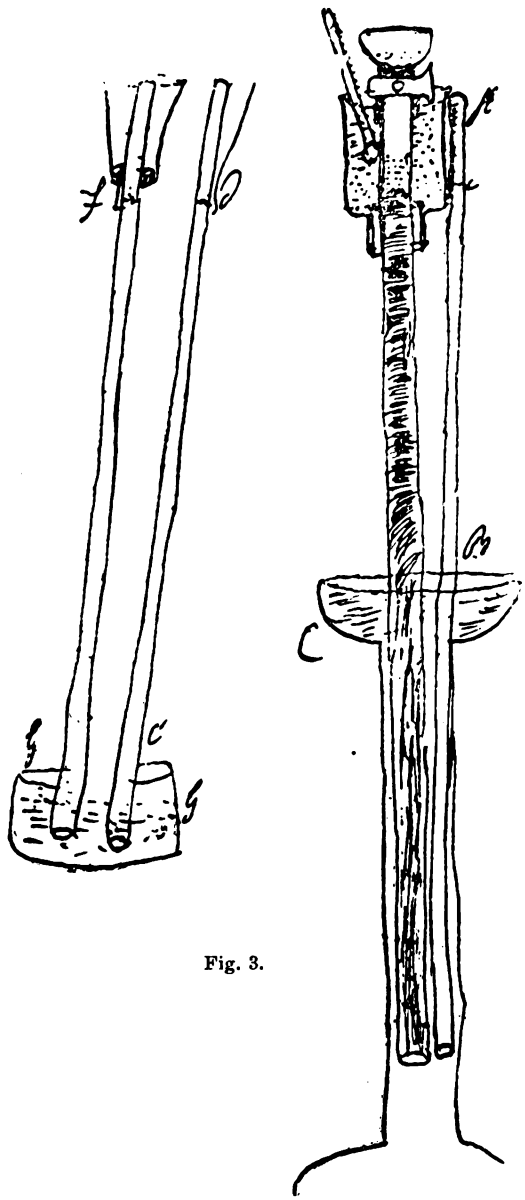


Fig. 3.

Digitized by Google

Ora a determinare le pressioni corrispondenti del vapore a ciascun grado di calore della scala REAUM., e reciprocamente i gradi di calore corrispondenti a ciascuna pressione, che costituiscono tali limiti della vaporizzazione, e dell'ebullizione, e ciò non solo per l'acqua, ma per qualsivoglia liquore, serve molto bene come dicemmo il quì descritto apparato: nel quale per dare al liquido ed al vapore, insieme la temperatura, che si vuole, adattasi al tubo torricelliano una specie di bicchiero forato, che scorre mediante un turacciolo di sughero parimenti forato, su e giù per il tubo a piacimento, e si riempie di ghiaccio, d'acqua fredda, tiepida, calda, a quanti gradi si vuole, misurando il calore con un termometrino immersovi. Finalmente perchè dai liquori e sibbene dall'acqua bollita e ribollita, si snida sempre qualche poco di aria, o gas permanentemente elastico, che occupando la camera torricelliana, deprime di qualche linea il mercurio, indipendentemente dal vapore, ottimo spediente è che il tubo aperto anche in cima vi si truovi guernito di un robinetto a perfetta tenuta d'aria, come mostra la fig. 3. mercè del quale si può facilmente espellere qualunque bollicina d'aria siasi sviluppata: ciò si fa immergendo il tubo nel pozzo tanto che il livello del mercurio esterno sopravanzi il mercurio in esso tubo, aprendo in tale stato il robinet; con che viene spinta fuori un poco d'acqua, e con essa la bollicina, e richiudendolo indi tosto. Allora finalmente, e quando facendo oscillare la colonna batte l'acqua rimasta con colpi secchi la cima, come ne' migliori martelli d'acqua, siam sicuri, che non c'è più aria nella camera, e che al solo vapore si dee la depressione che si osserva del mercurio.

Or le sperienze fatte con questo apparato mi hanno offerto dei risultati molto rimarcabili (conformi altronde ad altri sull'ebullizione nella macchina pneumatica), coi quali si stabiliscono alcune bellissime leggi sulla vaporizzazione, feconde di applicazioni importantissime.

Primieramente viene mostrato, anche con esperienze grossolane, che agli aumenti di calore in una progressione aritmetica, corrispondono aumenti nella densità e pressione che equilibra il vapore in una ragione molto crescente; e che questi aumenti sieguono una qualche progressione geometrica.

Con esperienze poi più accurate queste progressioni si manifestan tali, che partendo da quel grado di calore, per cui la pressione del vapore si equilibra con una pressione eguale a circa 28. poll. di mercurio, ossia 336. linee poco più o poco meno, partendo, dico, da tal punto da 80. gr. e. g. per l'acqua, che è il limite ordinario della sua ebullizione sotto la pressione dell'Atmosfera, 16. gr. REAUM. incirca più basso, cioè a 64. gr. o lì presso la densità e forza del vapore ha perso da 14. o 15. pollici: altri 16. gradi circa sotto, cioè intorno ai 48. è diminuita la pressione di altri poll. 7. a 7 ½: altri 16. gradi più basso, cioè a gr. 32. o 31. è diminuita di altri poll. 3 ½ a 3 ¾.

Cominciando dunque di quì gli aumenti, che acquista il vapore di 16.

Digitized by Google

in 16. gradi circa, sono come 1. 2. 4. cioè l'acqua da 32. gr. a 48. 45 lin.; da 48. gr. a 64. lin. 90: da 64. a 80. gr. lin. 190. ec. Or quali, osservandosi esattamente questa progressione, riusciranno le pressioni del vapore acqueo per tutti i gradi della scala REAUM. da 0. fino a 80. gr. punto ordinario dell'ebullizione? Ecco questa progressione calcolata.

Calore gradi	Pressione linee	Differenza per ogni gr.	Differenze di 8. in 8. gradi
81	351,930		
		15,930	
80	336,000		
		15,270 [1]	
79	320,730		
		13,850	
78	306,880		
		14,760	
77	293,120		
		14,400	
76	278,720		
		12,840	
75	265,880		
		12,290	
74	233,590		
		11,770	
73	241,820		
		11,270	
72	230,550		105,445
		10,790	
71	219,760		

[1] *Nel Mns., a lato di questo risultato e dei seguenti sette della stessa colonna, si trovano pure scritti corrispondentemente questi altri numeri:*

15,265
14,615
13,995
13,405
12,835
12,290
11,770
11,270

Sotto questi numeri sta posto il totale delle differenze di 8 *in* 8 *gradi, corrispondente a* 105,445. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Calore gradi	Pressione linee	Differenza per ogni gr.	Differenze di 8. in 8. gradi
		10,330	
70	209,430		
		9,900	
69	199,530		
		9,480	
68	190,050		
		9,070	
67	180,980		
		8,690	
66	172,290		
		8,330	
65	163,960		
		7,960	
64	156,000		74,550
		7,440	
63	148,360		
		7,300	
62	141,060		
		7,000	
61	134,060		
		6,700	
60	127,360		
		6,420	
59	120,940		
		6,150	
58	114,790		
		5,880	
57	108,910		
		5,640	
56	103,270		52,730
		5,390	
55	97,880		
		5,170	
54	92,710		
		4,950	
53	87,760		
		4,710	
52	83,050		
		4,610	
51	78,440		

Digitized by Google

Calore gradi	Pressione linee	Differenza per ogni gr.	Differenze di 8. in 8. gradi
		4,295	
50	74,145		
		4,160	
49	69,985		
		3,985	
48	66,000		37,270
		3,813	
47	62,184		
		3,654	
46	58,530		
		3,499	
45	55,031		
		3,351	
44	51,680		
		3,208	
43	48,472		
		3,073	
42	45,399		
		2,942	
41	42,457		
		2,818	
40	39,639		26,361
		2,698	
39	36,941		
		2,594	
38	34,357		
		2,474	
37	31,883		
		2,309	
36	29,514		
		2,269	
35	27,245		
		2,173	
34	25,072		
		2,079	
33	22,993		
		1,993	
32	21,000		18,639 [1]

[1] *A lato il Mns. continua coll'indicazione dei risultati corrispondenti alle variazioni di temperatura dal grado* 81 *al grado* 96. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Cart. Volt. H 35 β (1ª *parte*) [1].

Partendo dalle osservazioni più accurate, che alla temp.ª di 30. gr. R. il vapore dell' acqua tien depressa la colonna di mercurio nel tubo 19. in 20. linee; e che per 10. gr. di calore dippiù, cioè alla temp. di 40. cresce il vapore tanto, che la deprime altre lin. 20.; quindi altre 32. portato il calore da 40. a 50. gradi: vuolsi cercare, se abbia luogo sempre andando in su l'istessa progressione crescente delle pressioni in ragione cioè di 10. a 16. per ogni 10. gr. di calore: cioè se stiano gli aumenti come siegue

da gr. 30 a 40	pressione aggiunta lin.	20
40 a 50	.....	32
50 a 60	.....	51,2
60 a 70	.....	82
70 a 80	.....	131,2
da gr. 30 a 80	..... lin.	316,4

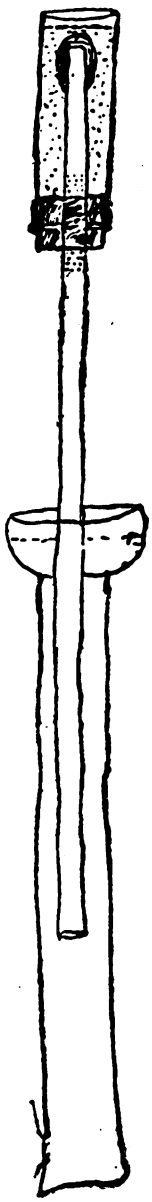
Se l'istessa proporzione poi abbia luogo anche discendendo dai 30. gr. a 0. R. tal che cioè inversamente diminuisca la corrispondente pressione di 10. in 10. gradi nella ragione di 16. a 10. e siano quindi le relative pressioni

da gr. 30 a 20	..... l.	12,5
20 a 10	.....	7,8
10 a 0	.....	5
0 a ∞	.....	2
da gr. 30 a ∞	.....	27,3
In tutto da ∞ (sotto la congel.) a 80.	.....	343,7

[1] *Si pubblica qui la prima parte di H* 35 β, *in riferimento alla nota della Commissione posta a pg.* 413 *di questo Numero.* (*Nota della Comm.*].

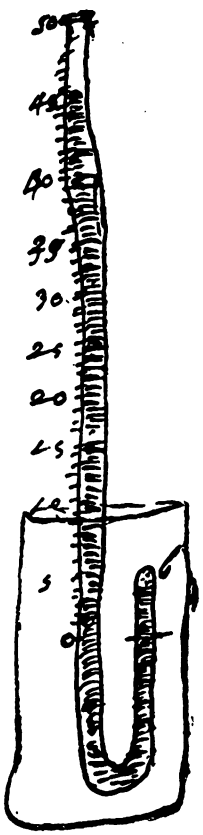
Digitized by Google

Questo però darebbe un eccesso di 7. in 8. lin. sopra quella pressione con cui è in equilibrio il vapore dell'acqua bollente a 80. gr. R. (è da notare che ½ grado dippiù sarebbe già valevole a far sopportare al vapore dell'acqua queste 7. in 8. lin. di maggior pressione, come il calcolo e l'esp. comprovano): il qual eccesso sparisce, riducendosi la somma delle pressioni a 336. lin. prossimamente, se da 30. gr. in giù diminuiscano esse pressioni di 10. in 10. gradi in una proporzione alquanto maggiore che quella di 16. a 10.; cioè in una proporzione prossimamente subdupla: come



da gr. 30 a 20	.....	l. 10
20 a 10	.....	5
10 a 0	.....	2 ½
0 a ∞	.....	2
da gr. 30 a ∞	.....	19 ½

Or l'esperienze fin quì han corrisposto piuttosto a quest'ultimo calcolo, della progressione dupla cioè, di 10. in 10. gr., da 0. a 30. gr. mentre all'incontro da 30. a 80. gr. la progressione osservata di decina in decina corrispondeva se non appuntino, molto prossimamente all'altra di 10. a 16.



Voglionsi dunque le une e le altre sperienze ripetere colla maggiore esattezza.

A cercare poi se l'istessa progressione si osservi per le pressioni maggiori di 336. lin. ossia 28. poll., e ciò coll'altro semplice apparato quì descritto, nel quale in tal caso dovrà l'acqua confinata in *b* trasformarsi in fluido elastico, e deprimere il mercurio nel braccio corto innalzandolo nel lungo, fino a sostenerlo a 17 ½ poll. sopra il livello per 10. gr. di calore dippiù di quello che la fa bollire sotto la sola pressione ordinaria dell'atmosfera, cioè per 90. gr., e per 100. gr. sollevare dovrà e sostenere il mercurio nel braccio lungo, altri 28. poll. cioè 45 ½ sopra il livello del braccio corto, ecc.

Corrispondendo esattamente e con precisione le sperienze, come già all'ingrosso, ho trovato che corrispondono, ecco quali saranno di mano in mano le ulteriori pressioni sostenute dal vapore dell'acqua da 0. R. fino a 100. gr. R.

Digitized by Google

da	0	a	10	gr.	.....	lin.	5 (o piuttosto l. $2\frac{1}{2}$?)	
	10	a	20	»	.....	»	$7\frac{8}{10}$ (l. 5?)	
	20	a	30	»	.....	»	12 , 5 (l. 10?)	
	30	a	40	»	.....	»	20	= poll. 1. l. 8.
	40	a	50	»	.....	»	32	= poll. 2. l. 8.
	50	a	60	»	.....	»	51 , 2	= poll. 4. l. 3,2.
	60	a	70	»	.....	»	82	= poll. 6. l. 10.
	70	a	80	»	.....	»	131 , 2	= poll. 10. l. 11.
	80	a	90	»	.....	»	210	= poll. 17. l. 6.
	90	a	100	»	.....	»	336	= poll. 28.

Digitized by Google

Digitized by Google

Cart. Volt. H 26 α.

[1]	17,000		
	16,150		
	15,342		
	14,575		
	13,846		
		76,913	
	13,154		
	12,496		
	11,871		
	11,277		
	10,713		
		59,511	
			136,424

[1] *Questa prima tabella dà i successivi decrementi di grado in grado della tensione del vapore acqueo saturo, da* 80 *a* 0 *gradi Reaumur. Il primo termine* 17 *indica il decremento della tensione da* 80 *a* 79 *gradi: ogni altro decremento della tabella si ottiene dal precedente moltiplicandolo per* 0,95. *A destra della colonna dei decrementi di grado in grado, sono scritte le somme dei decrementi stessi di* 5 *in* 5 *gradi, e più a destra ancora quelle dei decrementi di* 10 *in* 10 *gradi. Si pubblicano solo i primi e gli ultimi specchietti della tabella, avvertendo che la somma parziale* 3,759 *(che si trova nella terza colonna a pg.* 434, *presso alla fine della tabella) rappresenta il decremento delle tensioni da* 10 *ad* 1 *grado. Procedendo in ordine inverso, cioè da* 0 *ad* 80 *gradi, i termini della prima colonna di H* 26 α *si possono considerare come gli incrementi della tensione di grado in grado, epperò ognuno di essi si potrà ottenere dal precedente, moltiplicando questo pel fattore* $\frac{100}{95}$. *Procedendo di* 10 *in* 10 *gradi, da* 0 *ad* 80 *gradi, ogni incremento si deve ottenere dal precedente moltiplicando questo pel fattore* $\left(\frac{100}{95}\right)^{10}$, *il cui valore, in prima approssimazione, è* 1,67, *epperò assai prossimo a quello del rapporto di* 5 *a* 3, *che nelle stesse condizioni è usato in K* 19 *(vedasi a pg.* 413). [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

10,177		
9,668		
9,185		
8,726		
8,290		
	46,046	
7,875		
7,481		
7,107		
6,752		
6,414		
	35,629	
		81,675
. . . . .		[1]
0,468		
0,445		
0,423		
0,402		
0,382		
	2,120	
0,363		
0,345		
0,327		
0,310		
0,294 [2]		
	1,639	
		3,759
0,279		
0,265		
0,252		
0,239		
0,227		
	1,262	
	3,759	
	6,277	
	10,482	
	17,520	
	29,279	
	48,898	
	81,675	
	136,424	
	335,576	
. . . . .		

[1] *I puntini stanno in luogo degli specchietti non pubblicati.* [*Nota della Comm.*].

[2] *Questo valore della variazione della tensione del vapore acqueo saturo da zero ad* 1 *grado, è pure quello considerato nella tabella successiva.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

	Calore gradi Reaum.	Pressione del Vapor acqueo.
[1]	0	lin. 1,000
	1	» 1,294
	2	» 1,604
	3	» 1,931
	4	» 2,276
	5	» 2,639
	6	» 3,021
	7	» 3,423
	8	» 3,846
	9	» 4,291
	10	» 4,759
	....	.....
	39	» 35,794
	40	» 37,978

	Calore	Pressione	Differenza
[2]	gr. 0	l. 1,000	
			1,639
	5	2,639	
			2,120

[1] *In questa seconda tabella il V. esprime in linee* 1, *la pressione del vapore acqueo saturo alla temperatura di zero gradi. La tensione del vapore a gr.* 1, *si ottiene aggiungendo alla pressione a zero gradi il termine* 0,294, *che esprime la variazione della pressione da zero ad* 1 *grado data dalla tabella precedente: così la pressione a gr.* 2, *la si ottiene dalla pressione ad* 1 *grado aggiungendovi la variazione della pressione da* 1 *a* 2 *gradi, data dal corrispondente termine* 0,310 *della tabella precedente.*

Tenendo presente come si ottennero i termini della tabella precedente (vedasi precedente nota [1] *a pg.* 433), *indicando con* P_t *la pressione del vapore acqueo saturo a* t *gradi, si ha*

$$P_t = P_0 + (P_1 - P_0) \sum_{n=0}^{n=t-1} C_1^n$$

ove $P_0 = 1$ $P_1 - P_0 = 0{,}294$ $C_1 = \frac{100}{95}$.

[*Nota della Comm.*].

[2] *Questa terza tabella dà la pressione del vapore acqueo saturo di* 5 *in* 5 *gradi. I numeri della terza colonna sono le variazioni delle pressioni di* 5 *in* 5 *gradi, date dai termini che si trovano nella seconda colonna della prima tabella di H* 26 *α.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Calore	Pressione	Differenza
10	4,759	
		2,738
15	7,497	
		3,539
20	11,036	
		4,572
25	15,608	
		5,910
30	21,518	
		7,640
35	29,158	
		9,880
40	39,038	
		12,772
45	51,810	
		16,507
50	68,317	
		21,331
55	89,648	
		27,567
60	117,215	
		35,629
65	152,844	
		46,046
70	198,890	
		59,511
75	258,401	
		76,913
80	335,314	

Digitized by Google

CXLVI.

ESTRATTO DI UNA LETTERA
A MARSILIO LANDRIANI
SULLE LEGGI DELLE TENSIONI DEI VAPORI

16 Novembre 1795.

FONTI.

STAMPATE.

Brugnatelli - Elementi di Chimica, Pavia 1795, T. I, pg. 254.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: **H fot. 10; H cop. 8: H 35** β (parte 2ª); **H 33** α; H 33 γ; H 33 δ; H 33 ε.
Bibl. Naz. Vienna.
Bibl. Univ. Gottinga.

OSSERVAZIONI.

TITOLO:
DATA: da H fot. 10.

H fot. 10: è una copia fotografica di una lettera del V. al Landriani in data 16 novembre 1795. La prima parte di questa lettera riguarda l'elettromozione ed è assorbita dalla lettera all'Abate Anton Maria Vassalli in data 27 ottobre 1795 (vedasi il N. XIV (C) del Volume I); la seconda parte, che si pubblica, riguarda le leggi sui vapori. Il Mns. autografo di H fot. 10 si conserva presso la Bibl. Naz. di Vienna ove fu trovato dall'On. Francesco Somaini).

In ordine di tempo, le leggi enunciate in H fot. 10 erano già state esposte nel poscritto della precitata lettera al Vassalli, in data 27 ottobre 1795, pubblicato in Br. Ann., T. XI, 1796, pg. 127, ed in Ant. Coll., T. III, pg. 381 (vedasi il N. XIV (C) del Volume I, a pg. 301). Inoltre il Brugnatelli, nei suoi « *Elementi di Chimica* » (*Pavia*, 1795, T. I, pg. 254), parlando dei lavori del V., aveva dato particolareggiate notizie di queste leggi, ciò che permette di affermare, che a partire da quel tempo esse potevano essere ormai considerate come patrimonio acquisito alla scienza, tanto che il V. da anni ne faceva oggetto di esposizione nelle sue lezioni scolastiche, come risulta da una sua relazione didattica (Cart. Volt. D 60, D 61) stesa alla fine del 1795, e da un suo corso sul calore (Cart. Volt. H 43), pubblicati nel N. CL di questo Volume, ed ancora dal « *Discorso 2.° sulla vaporizzazione ed ebullizione dei liquidi* », tenuto nel 1795 (vedasi nel precedente Numero a pg. 410). La precitata relazione didattica (Cart. Volt.

Digitized by Google

D 61) trovasi in parte riassunta ed in parte pubblicata dal Magrini negli Atti del R. Ist. Lomb. (Vol. II, 1860-61, pg. 260 e seg.). Si pubblica alla fine di questo Numero la parte degli « *Elementi di Chimica* » del Brugnatelli, che contiene l'esposizione di queste leggi.

H cop. 8: è la copia di una lettera del V. al Lichtenberg, in data 18 ottobre 1794; di questa lettera (il cui Mns. autografo si conserva presso la Bibl. Univ. di Gottinga) si pubblica alla fine del presente Numero la seconda parte, che riguarda le tensioni dei vapori, omettendo la prima parte, che contiene delle considerazioni sulla questione galvanica, le quali sono più ampiamente svolte nelle lettere all'Abate Anton Maria Vassalli (1794), pubblicate nel N. XIV (A) e nel N. XIV (B) del Volume I.

H 35 β: è un foglio autografo, del quale si pubblica, alla fine di questo Numero, la seconda parte, che riguarda la prima delle tre leggi esposte in H fot. 10; la prima parte di H 35 β venne pubblicata nel N. CXLV di questo Volume.

H 33 α: è una minuta di appunti (anteriore alla lettera al Landriani, H fot. 10) sulle tensioni del vapore saturo alle diverse temperature; si pubblica per intero alla fine di questo Numero.

H 33 γ, H 33 δ, H 33 ε: sono minute anteriori ad H 33 α, e contengono solo operazioni e note di risultati sperimentali assorbite da H 33 α ed H fot. 10: in particolare H 33 δ si riferisce ad esperienze compiute nel febbraio del 1793.

Nell'ottobre del 1801 John Dalton leggeva alla *Literary and Philosophical Society* di Manchester una memoria intitolata: « *Experimental Essays on the Constitution of mixed Gases: on the Force of Steam or Vapour from Water and other Liquids in different Temperatures, both in a Torricellian Vacuum and in Air; on Evaporation; and on the Expansion of Gases by Heath. By Jhon Dalton* », pubblicata l'anno successivo nella *Parte II* del *Volume V* dei *Memoirs* della stessa Società.

Nella storia della Fisica, come trovasi esposta in tutti i principali trattati stranieri ed in non pochi italiani, si attribuisce senz'altro al Dalton il merito di aver stabilito le prime leggi, prime in ordine di tempo, su la tensione dei vapori, mentre invece il merito della priorità spetta incontrastabilmente al V., di cui alcuni apparati e dispositivi sperimentali, da lui immaginati appunto per questi studi, si usano tutt'oggi nelle scuole di Fisica. Per uno studio esauriente della priorità del V. per quanto riguarda l'enunciato delle leggi formulate nella lettera che si pubblica in questo Numero, vedansi le note del prof. Francesco Grassi, pubblicate nei Rendiconti del Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere (Milano, 1927, Vol. LX, fasc. XI-XV) e presentate nella solenne adunanza del 7 luglio 1927.

A conclusione delle considerazioni fatte in queste note, il prof. Grassi esprimeva (pg. 470), l'augurio che una voce autorevole si levasse, in un alto consesso di fisici, a provocare un voto solenne perchè nei trattati e nell'insegnamento « *la « legge detta ora del Dalton si chiami almeno: Legge del Volta e del Dalton* » e terminava dicendo: « *Con ciò, senza che vengano menomati i meriti dei due grandi « scienziati stranieri* (l'altro scienziato al quale si allude è il Gay-Lussac, nei ri-

Digitized by Google

« guardi del quale vedansi le note di frontispizio apposte al N. CXLII) — *il che* « *sarebbe pure contrario ad equità — si renderà al Volta il tributo che gli è dovuto;* « *e verità e giustizia non avranno più a dolersi di essere — sia pure inconsciamente* « *— non rispettate nella Storia e nella Scuola, una scienza ed un santuario nei* « *quali devono sempre regnare sovrane* ».

Il Congresso internazionale dei Fisici, convocato in Como nel mese di settembre del 1927 per commemorare il centenario della morte di A. Volta, prima di chiudere i suoi lavori, nella solenne adunanza del 17 settembre, tenuta nella Scuola di Fisica dell'Università di Pavia, dopo un discorso del prof. Alessandro Amerio (ordin. di Fisica nell'Università stessa) aderiva alle seguenti conclusioni (vedasi a pg. 618 del Vol. II, Atti del Congresso internazionale dei Fisici, pubblicati a Bologna nel 1928), che l'Amerio aveva già formulate in una sua nota (*Volta e le leggi della dilatazione e dei miscugli degli aeriformi*, Nuovo Cimento, 1927, Anno IV, N. 6):

« *Il Volta, negli « Annali di Chimica » del Brugnatelli, Vol. XI*, 1796, *pg.* 84, « *pubblicò il poscritto di una lettera ad Anton Maria Vassalli, del* 27 *ottobre* 1795.

« *In questo egli dice: « Io ho continuato ad occuparmi intorno ai vapori elastici* « *e sono stato condotto ad alcuni bei ritrovati... per es. che la quantità di vapore* « *elastico è la stessa in uno spazio, sia esso vuoto d'aria, sia occupato da aria di* « *qualsiasi densità, dipendendo tale quantità unicamente dal grado di calore* ».

« *Ora dalle opere stampate del Volta non risulta quasi altro. Risulta invece da mano-* « *scritti del Volta che verranno prossimamente pubblicati nella grande Edizione Na-* « *zionale..... che tale affermazione è fondata su esperienze e su calcoli che hanno per-* « *messo al Volta di enunciare tanto detta legge, quanto le altre che sono citate nel* « *brano pubblicato.*

« *Ma precisamente, per il fatto che di esse, solo qualche accenno fosse stato pubblicato* « *al tempo di Dalton, a me pare non si possa più parlare di priorità vera e propria.* « *Per quanto l'autorità di Volta fosse grande, non era evidentemente possibile che* « *si accettasse senz'altro come dimostrata una legge per il fatto che egli la enunciava* « *solamente, in una lettera, anche se, per questa parte, pubblicata.*

« *Non dubito che quando i manoscritti voltiani saranno pubblicati non si possa* « *dire che la legge di Dalton sui miscugli era già stata trovata dal Volta, ma con* « *altrettanta sicurezza ritengo che sia doveroso chiamarla legge di Dalton, ricordando* « *che il Volta era pervenuto ad essa prima di lui* ».

Con un richiamo, posto a questa parte del discorso, trovasi la seguente nota:

« *Dopo che era avvenuta questa pubblicazione del N. C. (fasc. del giugno), rice-* « *vetti la bella Memoria del Prof. Francesco Grassi, stampata dall'Istituto Lombardo,* « *dove sono esaminate con molta cura le questioni che formano l'oggetto di questa* « *nota, e viene mostrato che effettivamente dai manoscritti Voltiani risulta provato* « *che il Volta era pervenuto alla legge di Dalton fin dal* 1795, *cosa della quale io* « *non aveva alcun dubbio, come avevo già dichiarato. Pertanto rimangono inalterate* « *le conclusioni* ».

Sia pure lasciando ogni considerazione intorno alla parte manoscritta (fino ad oggi inedita), quanto è pubblicato nel poscritto della lettera al Vassalli (1795), negli elementi di Chimica del Brugnatelli (1795) e nell'elogio al V. fatto nel 1831 dal Configliachi (pubblicato dal Montanari nel 1834, e nei riguardi del quale vedasi a pg. 453 e pg. 457 di questo Volume), e le autorevoli ed esplicite affermazioni di priorità formulate dal V. stesso nel suo « *Discorso sopra i vapori* —

Digitized by Google

recitato nella grand'Aula dell'Università, il giorno 14 *giugno* 1804 » (vedasi il N. CLI di questo Volume), e che il prof. Magrini fece conoscere nel 1860-61 insieme a stralci della sua relazione didattica stesa verso la fine del 1795 (Atti del Reale Istituto Lombardo, Milano, Vol. II, 1860-61, pg. 259), autorizzano a ritenere più rispondenti alla verità ed alla giustizia le conclusioni del prof. Grassi, il quale chiudeva l'ultima sua nota colle seguenti parole (pg. 566): « *Ed è lecito pensare che la stessa scienza inglese abbia a tenersi soddisfatta di una soluzione che riconosce pienamente l'opera del Dalton, mentre rende giustizia al Volta — cosa che la grande equanimità ed elevatezza morale degli scienziati inglesi non può non desiderare* — ».

Digitized by Google

Le altre mie ricerche più interessanti versano intorno ai vapori, e da esse sono stato condotto ad alcuni bei ritrovati consentanei molto alla teoria di DE LUC: p. e. che la quantità di vapor elastico è la stessa in uno spazio sia vuoto d'aria, sia occupato da aria di qualsisia densità, dipendendo tal quantità unicamente dal grado di calore; onde cade affatto la teoria della dissoluzione dei vapori nell'aria: che la forza del vapore, ossia la pressione ch'esso equilibra, cresce in una progressione geometrica crescendo il calore in una semplice progressione aritmetica: che detta progressione geometrica è tale, che per i successivi aumenti del calore di 16. in 16. gradi, l'accrescimento nella pressione del vapore è 1. 2. 4. ecc. cosicchè trovandosi eguale a poll. 1 $^{3}/_{4}$ di mercurio alla temperatura di 32. gr. REAUM. cresce di poll. 3 $^{3}/_{4}$ e giugne a p. 5 ½, alla temperatura di 48. gr.; per la temperatura di 64. gr. cresce di p. 7 ½, arrivando a 13. p.; alla temperatura di 80. gr. cresce di 15. poll. arrivando a 28. eguale alla pressione dell'Atmosfera; alla temperatura di 96. gr. cresce di 30. poll. equilibrandone tanti al dippiù della pressione atmosferica, e così proseguendo: che questa stessa progressione in ragion dupla nella pressione del vapore di 16. in 16. gradi ha luogo, come pel vapor acqueo, così pure per ogni altro vapore elastico, cioè dello spirito di vino, dell'etere ec., la differenza stando solo nel grado di calore richiesto a produrre il vapore di tal densità e forza, che equilibri una data pressione, p. e. una di 28. poll. di mercurio (giugnendo al qual termine circa bolle il liquido ne' vasi aperti, come si sa). Or dunque essendo la temperatura richiesta all'indicata forza del vapore, 80. gradi per quello dell'acqua, 65. per quello dell'alcool, e 31. per quello dell'etere vitriolico, diminuirà egualmente in tutti essa forza o pressione di poll. 15. e ridurassi quindi a 13. p., ove scemi la rispettiva temperatura di 16. gr. cioè riducasi a 64. il vapor acqueo, a 49 quello dell'alcool, a 15. quello dell'etere; e similmente crescerà in tutti di 30. poll. arrivando

Digitized by Google

ad equilibrarne 58., se invece s'innalzi la rispettiva temperatura di 16. gr. sopra il punto dell'ordinaria ebullizione, portandola pel vapor acqueo a 96., per quello dell'alcool a 81., per quello dell'etere a 47. ec.

Per tali sper.^{ze} sopra i vapori ho immaginati e costrutti varj apparati, che meritano d'essere descritti; e lo farò pubblicando alcune Memorie su questa materia bellissima e importantissima, che ho già abbozzate, ma che non so quando potrò terminare.

Digitized by Google

AGGIUNTE TRATTE DAI MANOSCRITTI DI A. VOLTA

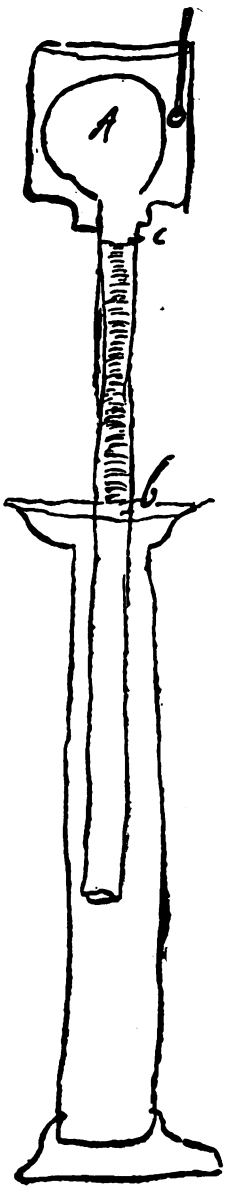
Cart. Volt. H cop. 8.

J'ai confirmé entierement avec toute sorte de preuves la théorie de Mr. De Luc, où il soutient, que le seul agent de l'évaporation, le seul dissolvant des vapeurs, est le calorique, et nullement l'air. Par un degré donné de chaleur dans un espace donné il subsiste toûjours la meme quantité de vapeurs, et celles-ci exercent la meme pression, que l'espace soit vuide, ou rempli d'air, et de quelque densité qu'il soit: toujours à la température de 32. ds. Reaum. environ les vapeurs qui occupent l'espace exercent une pression egale à 24., lignes de mercure; à 48. ds. une pression de 69. lignes à-peu-près; à 64. ds. une de 160.; à 80. ds. une de 340., qu'il y ait de l'air, ou qu'il n'y en ait pas, dense ou rare. En un mot la présence ou l'absence de l'air est chose indifférente. Mes expériences m'ont montré ainsi une belle progression dans la densité et pression élastique des vapeurs, c. à d. une progression en raison duple de 16. en 16. degrés de chaleur, depuis 32. ds. jusqu'au degré de l'eau bouillante, et au delà. En effet cette pression augmentant de 45. lignes de 32. ds. à 48., elle augmente de 90. lignes de 48. à 64. ds.; de 180. lignes de 64. ds. à 80., et de 80. ds. à 94. de 360. lignes encore, comme j'ai trouvé ec. J'ai découvert d'autres belles loix, et un rapport et correspondence merveilleuse entre les vapeurs de l'eau et celles de plusieurs autres liquides, que je ne puis pas vous expliquer ici.

Digitized by Google

Digitized by Google

Cart. Volt. H 35 β (*parte* 2ª).



Non essendoci aria nella camera *A* ad una temperatura qualunque la colonna di mercurio *b c* sarà alta pollici 28.

Ci sia ora tanta aria, che alla temperatura di gr. 64. venga la colonna *b c* ad avere 14. poll. solamente: con che sarà rara di ½, e la pressione da essa esercitata sarà = 14. poll.

Rimanga la stessa quantità d'aria; ma s'introduca qualche poco d'acqua; tanto che ne venga a galleggiare un picciolo strato, di 1. o 2. lin. sopra *c*: tosto deprimerassi in gran parte detta colonna *c d* [1] per la formazione di molto vapore elastico.

E tutta anzi deprimerassi, sol che s'immerga il tubo nel pozzo tanto, che il mercurio internamente giunga all'istesso segno *c* del tubo: cioè quivi sarà al livello del mercurio esterno.

Dunque il vapore formasi dall'acqua alla temperatura di 64. gr. in tale copia e di tale elasticità, che da sè solo equilibra la pressione di 14. poll. di mercurio deprimendo di tanto appunto la colonna *b c* al dippiù di quello stava e sta depressa dall'aria contenuta nello spazio *A c*.

Or essendo, che essendo vuota affatto d'aria la camera *A c* (nelle altre sperienze), il vapore dell'acqua tiene l'equilibrio all'istessa temper. di 64. gr. coll'istessa pressione di 14. poll.: è quindi dimostrato, che la copia del vapor che si forma, la sua forza espansiva, la pressione insomma da esso immediatamente esercitata è sempre la medesima in uno spazio sia vuoto, sia pieno di aria di qualsisia densità. In conferma di ciò:

Sia per un'altra prova il calore gr. 48. alla qual temperatura la pressione, sostituita dal vapor acqueo che solo occupa la camera è da poll. 5 ½ a 6.

Siavi nella camera *A* tale quantità d'aria senza umido, che la colonna *b c* sia alta 21. poll. e quindi tal aria quattro volte più rara equilibri la pressione di 7. poll.

---

[1] *Così nel Mns., evidentemente in luogo di* « cb ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Introdotta acqua, come sopra; e ricondotta coll'immergere il tubo, la colonnetta depressa di mercurio al segno *c* di prima, troverassi accorciata appunto di 5 ½ o 6. poll. cioè ridotta a 15. o 15 ½ poll.

Altra sper. Sia l'aria nella camera solamente tanta da tener depresso il mercurio poll. 6. 5. 4. cioè la colonna *b c* trovisi = poll. 22. 23. 24. poll. alla temperatura di 73. gr. circa. Introdottavi acqua si deprimerà 21. poll. circa: tanto appunto, quanto si deprime dal vapor acqueo solo.

Digitized by Google

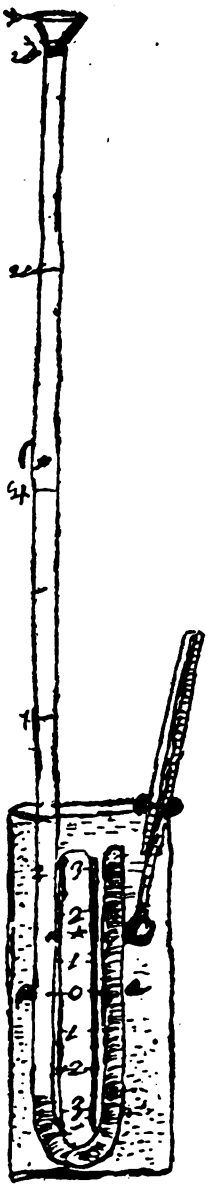
Cart. Volt. H 33 *α.*

Ecco il calcolo, che più sembra corrispondere alle sperienze.

Partendo dal punto dell'ebollizione ordinaria di ciascun liquido, cioè da quel grado di calore, che lo volge in vapore elastico, e mette questo vapore in equilibrio con una pressione eguale a 28. pollici circa di mercurio; partendo per conseguenza da 80. gr. R. per l'acqua, da 62. per lo sp. di v., da 31. per l'et. vitr., gr. 16. di calore dippiù, gli fan sopportare poll. 29. l. 4. più dell'Atmosf.: altri 16. come ho già provato, 58.8.[1] cioè in tutto più di 4. Atmosfere; e così seguendo l'istessa progressione dupla.

Sotto tal punto

gr. 16	poll.	15.	l.	
altri 16	»	7.	» 6	[2]
altri 16	»	3.	» 9	
altri 16	»	1.	» 6	
altri 16	»	0.	» 5 ½	
Cal. 80. gr. sotto l'ebullizione; e quindi partendo da quella dell'acqua, a 0. R.	»	28.	» 2 ½	
Partendo 80. gradi sotto l'ebullizione, ove si hanno già.....			l. 2	
i primi 16 gr. danno	poll.	0.	l. 5	
gli altri 16 » »	»	1.	» 5	
altri 16 » »	»	3.	» 9	
altri 16 » »	»	7.	» 6	
altri 16 » »	»	15.	» —	
Cal. in tutto 80. gr.	poll.	28.	» 3.	
Per altri gr. 16.	»	30.		
gr. 16.	»	60.		



[1] *Intendasi: pollici* 58 *e linee* 8. [*Nota della Comm.*].

[2] *In corrispondenza a questo punto il Mns. presenta la seguente nota:* « Anche fin quì provato che l'esperienze corrispondono al calcolo ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

a gr. 30 3/4
a gr. 30 1/2
a gr. 31
media gr. 30 3/4

il vapore dell'etere equilibra una Atmosfera giusta di pol. 28. l. 2. (riducendosi il mercurio al livello *a a*).

a gr. 35 1/2
35 2/3
35 1/3
35 1/4
media 35 1/2

equilibra un'Atmosf. più 7. poll. di mercurio aggiunti nel braccio lungo (stando il merc. a 7.).
differenza di calore dal preced. gr. 4 3/4 .

a gr. 39 1/2
40
39 1/2
40 scarsi
media 39 3/4

equilibra un'Atmosf. più 14. poll. (*a*).
differ. gr. 4 1/4 .

a gr. 43
43 1/3
43 1/2
media 43 5/18

equilibra un'Atmosf. più 21. poll.
diff. 3 1/2 abbond.

(*a*) In altre simili sperienze, ma meno accurate con spirito di vino, che sosteneva un'Atmosf. colla temperatura di 62. gr. e con etere cattivo, che la sosteneva a 44. gradi, avea sempre veduto, che ci volevano da 8. a 10. gradi di calore dippiù per sostenere 14. poll. più dell'Atmosf. Or quì la media è giusto 9 1/4 gradi.

Digitized by Google

a gr. 47
46
46 $\frac{1}{2}$
media 46 $\frac{1}{2}$

equilibra un'Atmosf. più 28. poll. (*a*).
diff. di cal. gr. 3 $\frac{1}{4}$ circa.

Differenza totale per 28 poll. più dell'Atmosf. gr. 16. circa.

(*a*) La media del calore richiesto a far sostenere al vapore i primi 14. poll. dippiù dell'Atmosf. essendo stata, come si vede, 9. gradi, la media per sostenere altri 14. poll. risulta $6\,^3/_4$, gr.; e quindi per eguali sforzi successivi di 14. in 14. poll. il calore richiesto siegue la ragione o di 9. a 7, o di 36. a 27. ossia di 4: 3 prossimamente.

Digitized by Google

Digitized by Google

AGGIUNTE TRATTE DA FONTI EDITE

Brugnatelli - Elementi di Chimica. Pavia 1795, *T. I, pg.* 254.

Il Sig. Cav. VOLTA mi mostrò non è molto diverse ingegnose sperienze intorno ai vapori elastici acquei, e d'altra specie, sui quali tuttora sta lavorando con molta pazienza e assiduità. Le scoperte che egli ha fatte su questo ramo importante sono molto consentanee alla teoria del Sig. DE LUC: p. e. che la quantità di vapore elastico sia la stessa in uno spazio, sia esso vuoto d'aria, sia occupato da aria di qualsisia densità, dipendendo tal quantità unicamente dal grado di calore: onde, secondo lui, cade affatto la teoria della soluzione de' vapori nell'aria: che la forza del vapore ossia la pressione ch'esso equilibra, cresce in una progressione geometrica crescendo il calore in una semplice progressione aritmetica: che codesta progressione geometrica è tale, che crescendo il calore di 16. in 16. gradi, l'accrescimento nella pressione del vapore è 1. 2. 4. ec., cosicchè trovandosi questa eguale a quella di 13. pollici di mercurio per la temperatura di 64. gr. R. e divenendo = 28. poll. a gr. 80., cioè crescendo 15 poll., cresce poi 30. p., e arriva a 58. colla temperatura di 96. gr. e così proseguendo: che questa stessa progressione in ragion dupla di 16. in 16. gr. ha luogo, come pel vapor acqueo, così pure per ogni altro vapor elastico, cioè dell'alcoole, dell'etere ec., la differenza stando solo nel grado di calore richiesto a produrre il vapore di tal densità e forza elastica, che equilibri una data pressione, p. e. una = 28. poll. di mercurio (giungendo al qual termine circa, bolle il liquido ne' vasi aperti, come si sa). Quindi essendo la temperatura richiesta all'indicata forza del vapore 80. gradi per quello dell'acqua, 64. [1] per quello dell'alcoole, e 31. per quello dell'etere ossisolforico, diminuirà egualmente in tutti essa forza o pressione di poll. 15., e ridurassi quindi a p. 13., ove scemi la rispettiva temperatura di 16. gradi, cioè discenda a 64. gr. il vapor acqueo, a 48. quello dell'alcoole, a 15. quello dell'etere; e similmente crescerà in tutti di 30. poll. arrivando a 58., se invece s'innalzi la rispettiva temperatura di 16. gr. portandola pel vapor acqueo a 96., per quello dell'alcoole a 80., per quello dell'etere a 47. Il Sig. VOLTA ha immaginato per queste sue sperienze diversi apparecchj particolari, che si faranno conoscere negli Annali di Chimica.

[1] *Nel testo, per un errore tipografico, mancano le parole:* « per quello dell'acqua, 64 ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Digitized by Google

CXLVII.

PRIME CONCLUSIONI

SULLE QUANTITÀ E TENSIONI DEL VAPORE ACQUEO SVOLTE IN SUCCESSIVI COSTANTI AUMENTI DI TEMPERATURA

FONTI.

STAMPATE.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: **H 35** α; **H 20** β; H 29 α; H 30 α; H 24 γ; H 20 α; H 26 (δ δ′); H 31 (B); **H 24** δ; H 30 α; H 30 β; H 30 γ; H 30 δ; H 30 ε; H 26 γ; H 26 δ_4; **H 28** β; **H 28** α; H 24 α; H 23 β.

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: H 35 α, che è il Mns. fondamentale di questo Numero, non presenta la data. In Cart. Volt. questo Mns. trovasi unito ad H 35 β (N. CXLV e N. CXLVI) ed H 35 γ (N. CXLVIII) da una fascetta portante la seguente dichiarazione autografa del Configliachi: « *conclusioni importanti* ». Questi Mns., con K 18 (N. CXLIV) e K 19 (N. CXLV), facevano parte delle carte scientifiche del V. possedute dal Configliachi, il quale ne parla nel suo elogio al V., affermando come già nel 1793 il V., nella determinazione della « *pressione che i vapori esercitano a diverse temperature in un costante recipiente* », operasse secondo i concetti esposti in H 35 α, cioè distinguendo « *con fino accorgimento l'effetto termometrico da quello dipendente dall'aumentata elasticità e per temperatura insieme e per quantità di vapore* ».

Computi aritmetici, coordinati a procedimenti del tipo di quelli esposti in H 35 α, compaiono su una pagina di una minuta di una lettera (Cart. Volt. H 46), scritta dal V. al Venturi, in data 19 marzo 1799 (pubblicata nel N. CXLIX (A) di questo Volume); altri computi aritmetici, pure dello stesso tipo, si trovano mescolati a calcoli eseguiti per ottenere tabelle simili a quelle richiamate nel 1795 in K 19 (vedasi N. CXLV di questo Volume). Inoltre in H 31 (B), dopo osservazioni meteorologiche fatte dal giugno all'ottobre (l'anno non è indicato), e prima di una esposizione di risultati di esperienze elettriche appartenenti al ciclo di quelle anteriori all'invenzione della pila (fine 1799), si trovano tabelle simili a quelle di H 35 α.

Digitized by Google

I procedimenti svolti nei Mns. citati in questo Numero, si possono sommariamente dividere in gruppi.

1° *gruppo*: *procedimenti di* 2 *in* 2 *gradi.*

I Mns. fondamentali di questo gruppo risultano contemporanei allo svolgimento dei procedimenti ed alla esecuzione di computi aritmetici, in base ai quali furono costruite le tabelle del tipo di quelle contenute in H 26 α e richiamate nel 1795 in K 19 (vedasi il N. CXLV di questo Volume, ove K 19 è pubblicato).

H 35 α: è un Mns. autografo di due pagine, in cui il V., dapprima calcola le quantità di vapore acqueo svolto di 2 in 2 gradi da 0 ad 80 gradi, indi determina, alle corrispondenti temperature, le tensioni di queste quantità di vapore assumendo come coefficente di tensione il valore 1/213; si pubblica per intero.

H 20 β: è la minuta di un procedimento simile a quello esposto in H 35 α; contiene però solo operazioni e tabelle e qualche conclusione. Si cita nelle note ad H 35 α (poste nelle « *Aggiunte della Commissione* » che si trovano alla fine di questo Numero) una frase di H 20 β, contenente un'affermazione sul comportamento dell'elasticità del vapor acqueo in confronto con quella dell'aria.

H 29 α, H 30 α: sono fogli autografi le cui pagine sono coperte da computi aritmetici e da tabelle. Di ciascuno di questi Mns. si riproducono in facsimile delle pagine (vedansi le Note della Commissione riguardanti questi Mns., poste alla fine di questo Numero) che presentano mescolate operazioni del tipo di quelle contenute in H 35 α con altre eseguite per ottenere tabelle simili a quelle richiamate in K 19 1795, (N. CXLV).

H 24 γ, H 20 α, H 26 (δ, δ'): sono fogli manoscritti, le cui pagine sono letteralmente coperte da operazioni aritmetiche. La ricostruzione dei procedimenti ai quali queste operazioni risultano coordinate, e la prossimità dei risultati che tali procedimenti presentano con quelli di H 35 α, autorizzano a considerare questi Mns. come minute di tentativi compiuti per giungere alle conclusioni che appaiono poi formulate definitivamente in H 35 α; non si pubblicano.

2° *gruppo*: *procedimenti di* 10 *in* 10 *gradi.*

H 30 (α, β, γ, δ, ε), H 24 δ, H 26 γ, H 26 δ_4: sono Mns. le cui pagine sono ricoperte da computi aritmetici, operazioni e tabelle che si riferiscono a procedimenti per la ricerca delle quantità di vapore svolte di 10 in 10 gradi, calcolate da 0 ad 80 gradi, e da 80 a 0 gradi. Questi Mns. non presentano considerazioni od accenni a concetti che non sieno esposti in H 35 α: epperò si pubblica solo H 24 δ, per l'accordo che presenta con particolari circostanze che emergono da minute di lettere del V. al Venturi ed al Mascheroni in data 1799, e pubblicate nel N. CXLIX (A) e nel N. CXLIX (B). Questi Mns., che non presentano date, si riferiscono a tempi diversi: H 30 α è del ciclo di H 26 α, le cui tabelle sono richiamate con K 19 (vedasi N. CXLV, 1795); mentre H 26 γ appartiene ad una tarda ripresa dell'argomento, in quanto esso presenta operazioni e tabelle su un foglietto che porta un invito ad una cerimonia ufficiale in data 1814. Sul medesimo foglio vi sono due operazioni che si riferiscono a procedimenti di grado in grado, i cui risultati sono riportati in una tabella che compare in H 28 α, che è un Mns. preso in considerazione nel successivo 3° gruppo.

Digitized by Google

H 31 (B): presenta calcoli che si riferiscono a procedimenti di 10 in 10 gradi, e di grado in grado (vedasi nel gruppo successivo la nota che riguarda questo Mns.).

3° gruppo: procedimenti di grado in grado.

H 28 (α, β), H 24 α ed H 23 β sono Mns. in cui appaiono operazioni e tabelle che si riferiscono a procedimenti per la ricerca delle quantità di vapore svolte di grado in grado. Di questi Mns. si pubblica solo H 28 β per l'accordo che presenta con calcoli aritmetici che compaiono su minute di lettere del V. al Venturi ed al Mascheroni, in data 1799, e pubblicate rispettivamente nel N. CXLIX (A) e nel N. CXLIX (B).

Per quanto i Mns. di questo gruppo si presentino nella maggior parte come una ripresa dell'argomento molto posteriore ad H 35 α, pure non presentano alcun nuovo concetto, che non sia stato svolto in H 35 α.

H 28 α: si riallaccia ad H 26 γ (considerato nel 2° gruppo), epperò è posteriore al 1814; esso presenta una tabella di risultati di grado in grado, ed un'altra di due in due gradi.

H 28 β: presenta una tabella di risultati di grado in grado.

H 24 α: presenta tabelle, operazioni ed osservazioni che si riferiscono a procedimenti di grado in grado: in margine all'ultima pagina trovasi una nota riguardante un conto per un abito di cerimonia.

H 23 β: presenta operazioni e tabelle di risultati di grado in grado, da 80 a 0 gradi.

Un altro Mns. che presenta risultati di calcoli riferentisi alle tensioni dei vapori è H 31 (B), il quale è un fascicolo autografo, sulla cui copertina si trovano le seguenti annotazioni scritte di mano del V.: « *Osservazioni meteorologiche — Calcoli sulla pressione e quantità dei vapori acquei per ogni grado di calore — Gradi di elettricità ottenuti coll'ajuto del Condensatore pel contatto di metalli diversi* ». Manca l'indicazione dell'anno in cui furono compiute le Osservazioni Meteorologiche che si trovano raccolte in H 31 (B), le quali si riferiscono ai giorni che vanno dal 25 giugno al 31 ottobre; però le esperienze elettriche esposte in questo Mns. appartengono al ciclo di quelle compiute dal V. prima dell'invenzione della pila. I calcoli sulle tensioni dei vapori presentano procedimenti di grado in grado, e di 10 in 10 gradi. Fra quelli di grado in grado ve ne è uno che presenta una tabella i cui termini coincidono con quelli che risultano dalle operazioni che si trovano su una pagina di H 46, che è una minuta autografa di una lettera scritta dal V. al Venturi, in data 19 marzo 1799 (vedasi il N. CXLIX (A) di questo Volume). Il Mns. presenta inoltre un procedimento nel quale i termini, che danno le quantità di vapore successivamente svolte di 10 in 10 gradi, coincidono con quelli di una tabella di H 30 γ.

Da una lettera del V. (Cart. Volt. N. 55) in data 22 giugno 1804, scritta al Segretario dell'Istituto Nazionale di Bologna, risulta che il V. aveva l'intenzione di stendere una lunga memoria sui vapori: in un'altra lettera (Cart. Volt. N 66), scritta pure allo stesso Segretario, in data 14 aprile 1806, il V. si giustifica di non aver potuto inviare la promessa memoria, a completare la quale avrebbe avuto bisogno di compiere ulteriori esperienze, epperò si propone di sostituirla con un'altra memoria, quella sulla grandine (vedasi il N. XCIX del Volume V).

Digitized by Google

Digitized by Google

Cart. Volt. H 35 α.

Introducendo nella camera barometrica un poco d'acqua, si forma tosto del vapore elastico invisibile, che deprime di alcune linee o pollici la colonna di mercurio, più o meno cioè, secondo che la temperatura di essa camera trovasi più o meno calda. A zero del Termometro di REAUMUR (limite del ghiaccio) si forma già tanto vapor acqueo, e di tale elasticità ossia forza espansiva, da deprimere il mercurio 2. linee circa: in altri termini la pressione, che esso vapore esercita, si equilibra con quella di 2. lin. della colonna barometrica. A gradi 10. dello stesso Termometro, cresce il vapor acqueo aeriforme, sì in quantità che in elasticità, tanto da esercitare una pressione di quasi 5. lin. di mercurio: a 20. gr. giugne la pressione a circa 10. lin.: a 30. gr. a poco meno di 20. lin.: a 40. gr. diviene = 36. lin.: a 50. gr. = 65. lin., ecc.

Si vede pertanto come, crescendo il calore in progressione aritmetica, le pressioni del vapore sieguono una progressione molto più crescente e presso a poco geometrica. Ora convien riflettere, che tali aumenti di pressione provengono da due capi: uno, ed il principale si è il reale accrescimento della quantità materiale di vapore per l'innalzate temperature; l'altro il rinforzo di elasticità portato da tal innalzamento termometrico al vapore medesimo [1]. Giova pertanto distinguere, e separare quest'effetto puramente fisico da

[1] *Il Configliachi nel suo elogio scientifico al V., letto all'Università di Pavia nel novembre* 1831 (*Cart. Volt. S* 28, *pubblicato dal Montanari nel* 1834), *parlando degli studi del V. sulle tensioni dei vapori dice*: « distinto e sottratto con fino accorgimento l'effetto termometrico da quello dipendente dall'aumentata elasticità e per temperatura insieme e per quantità di vapore, il che altri prima di lui trascurò, e dopo di lui praticò imperfettamente non appoggiandosi alle esperienze; seppe quello del pari determinare in una progressione geometrica crescente al crescere uniforme della temperatura. Fu allora ch'egli prima di ogni altro fisico, cioè nel 1793, scoprì l'altra bella legge che al fisico scozzese le tante volte nominato d'ordinario si attribuisce, della mirabile relazione cioè che vi ha fra le pressioni che esercitano i vapori di diversi fluidi a temperature diverse col grado a cui ciascuno di essi rapidamente sotto la pressione dell'atmosfera si trasforma in vapore ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

quello propriamente chimico, qual'è la formazione reale del vapore (che consiste in una vera e propria dissoluzione di particelle acquee nel calorico onde risulta un fluido elastico aeriforme). Con ciò avremo anche il vantaggio, che le quantità di vapore, prodotte per eguali addizioni di calore, seguiranno esattamente una progressione geometrica, come mostra la tabella di contro. L'esponente o fattore di tal progressione di due in due gradi è 1,108. e il primo termine che dà la quantità di vapore prodotto dai primi 2. gradi REAUM. sopra 0., è 0,4545. (farà bisogno di una picciola correzione, come indica la nota (*) [1] sotto la tabella medesima). La 3ª colonna indica l'aumento di elasticità, che il calore apporta a qualsisia fluido aeriforme, quindi al vapore medesimo: in conformità di che vengono poi indicate nella 4ª colonna le intiere pressioni del vapore acqueo a ciascuna temperatura di 2. in 2. gradi, come si vede, le quali esprimono con quante linee della colonna barometrica si equilibrano.

Term. Reaum.		Quantità materiale di vapore [2]		Aumento di elasticità		Pressione risultante
Gradi	0	2,		0		2
		0,4545				
	2	2,4545				
		0,504				
	4	2,9585				
		0,559				
	6	3,5175	×	$\frac{219}{213}$	=	3,616
		0,619				
	8	4,1365				
		0,685				

[1] *La nota qui richiamata è la seguente:*

« (*) Per 80. gr. dovremmo avere soltanto 244: converrà dunque mutare di $\frac{1}{28}$ ciascun « termine della 2ª colonna; ovvero aggiungere $\frac{2}{3}$ ad ogni grado termometrico, cioè porre « 10 $\frac{2}{3}$. 20 $\frac{2}{3}$. ecc. invece di 10. 20. ecc. ».

Tenendo presente che ad 80 *gradi Reaumur, la tensione del vapore acqueo saturo è eguale alla pressione atmosferica, e quindi misurata da lin.* 336, *che danno l'altezza della colonna barometrica, poichè*

$$336 = \frac{293}{213} \times 244,$$

viene con ciò giustificata la correzione proposta, essendo appunto 244 *i* $\frac{27}{28}$ di 253,34.

[*Nota della Comm.*].

[2] *Vedansi le note della Commissione pubblicate alla fine di questo Numero.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Term. Reaum.	Quantità materiale di vapore		Aumento di elasticità		Pressione risultante
Gradi 10	4,8215	×	$\frac{223}{213}$	=	5,046
	0,7598				
12	5,5813	×	$\frac{225}{213}$	=	5,896
	0,8419				
14	6,4232	×	$\frac{227}{213}$	=	6,845
	0,9328				
16	7,3560	×	$\frac{229}{213}$	=	7,908
	1,0335				
18	8,3895	×	$\frac{231}{213}$	=	9,098
	1,1451				
20	9,5346	×	$\frac{233}{213}$	=	10,477
	1,2688				
22	10,8034	×	$\frac{235}{213}$	=	11,916
	1,4058				
24	12,2092	×	$\frac{237}{213}$	=	13,59
	1,5576				
26	13,7668				
	1,7258				
28	15,4926				
	1,9124				
30	17,4050	×	$\frac{243}{213}$	=	19,865
	2,1188				
32	19,5238				
	2,3476				
34	21,8714				
	2,6011				
36	24,4725	×	$\frac{249}{213}$	=	28,33
	2,8821				
38	27,3546				
	3,1933				
40	30,5479	×	$\frac{253}{213}$	=	36,285
	3,5382				
42	34,0861				
	3,9201				
44	38,0062				
	4,3437				
46	42,3499	×	$\frac{259}{213}$	=	51,48
	4,8128				

Digitized by Google

Term. Reaum.	Quantità materiale di vapore		Aumento di elasticità		Pressione risultante
Gradi 48	47,1627				
	5,3326				
50	52,4953	×	$\frac{263}{213}$	=	64,818
	5,9085				
52	58,4038				
	6,5466				
54	64,9504				
	7,2537				
56	72,2041	×	$\frac{269}{213}$	=	91,128
	8,0371				
58	80,2412				
	8,9051				
60	89,1463	×	$\frac{273}{213}$	=	114,258
	9,8668				
62	99,0131				
	10,9324				
64	109,9455				
	12,1132				
66	122,0587	×	$\frac{279}{213}$	=	159,86
	13,4214				
68	135,4801				
	14,9709				
70	150,4510	×	$\frac{283}{213}$	=	199,895
	16,5877				
72	167,0387				
	18,3791				
74	185,4178	×	$\frac{287}{213}$	=	249,84
	20,3639				
76	205,7817				
	22,5632				
78	228,3449				
	24,9997				
80	253,3446 [1]	×	$\frac{293}{213}$	=	348,49

[1] *In corrispondenza a questo risultato va posta la nota* (*) *richiamata nel testo del Mns. a pg.* 458, *e riportata nella Nota della Commissione, posta pur essa a pg.* 458 *di questo Numero.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Cart. Volt. H 28 β.

Calore Term. Reaum.	Densità del Vapore acqueo		Elasticità specifica pel calore		Elasticità assoluta [1] Pressione equivalente a linee di Mercurio
gr. 0	1,0000	×	$\frac{215}{215}$	=	1,0000
	0,2429				
1	1,2429				
	0,2551 [2]				
2	1,4980				
	0,2679				
3	1,7659				
	0,2913				
4	2,0572				
	0,3059				
5	2,3631	×	$\frac{220}{215}$	=	2,4181
	0,3212				
6	2,6843				
	0,3272				
7	3,0115				
	0,3446				
8	3,3561				
	0,3619				
9	3,7180				
	0,3800				
10	4,0980	×	$\frac{225}{215}$	=	4,288
	0,3990				
11	4,4970				

. . . . . .

[1] *Nella indicazione dei termini di questa tabella e di quelli di H* 24 δ (*del quale si pubblica un saggio in questo Numero*), *il V. usa indicazioni più appropriate di quelle adoperate in H* 35 α. *In particolare l'indicazione* « Elasticità assoluta », *la si ritrova in J fot.* 6, *che è una copia fotografica di una lettera del V. al Mascheroni, in data* 23 *Marzo* 1799, *pubblicata nel N.* CXLIX (*B*). [*Nota della Comm.*].

[2] *Il termine* 0,2551 *si ottiene dal precedente* 0,2429 *moltiplicandolo per* 1,05: *il termine successivo* 0,2679 *si ottiene dal precedente* 0,2551 *moltiplicandolo per* 1,05, *ecc. Sull'ultima pagina di H* 46 (*che è la minuta di una lettera del V. al Venturi in data* 19 *Marzo* 1799, *pubblicata nel N.* CXLIX (*A*)) *vi sono operazioni per la ricerca di termini dello stesso tipo, in cui il primo corrisponde a* 0,245 *ed il fattore costante della progressione è, come in H* 28 β, *dato dal numero* 1,05. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Digitized by Google

Cart. Volt. H 24 δ.

Calore Scala Reaum.	Densità del vapore acqueo		Elasticità specifica		Elasticità assoluta ossia Pressione totale in linee di mercurio	
Gradi 0	1,00					
	3,00					
10	4,00	×	$\frac{23}{22}$			Gli aumenti alla quantità del vapore di 10. in 10. gr. term. si fanno in una progressione geometrica crescente in ragione di 100. a 165.
	4,95					
20	8,95	×	$\frac{24}{22}$	=	9,763	
	8,167					
30	17,117	×	$\frac{25}{22}$			
	13,476					
40	30,593	×	$\frac{26}{22}$	=	36,155	
	22,236					
50	52,829	×	$\frac{27}{22}$			
	36,689					
60	89,518	×	$\frac{28}{22}$	=	113,932	
	60,538					
70	150,056	×	$\frac{29}{22}$			
	99,888					
80	249,844	×	$\frac{30}{22}$	=	340,696	

Digitized by Google

Calore Scala Reaum.	Densità del vapore acqueo		Elasticità specifica pel calore		Elasticità assoluta Pressione in lin. di merc.
Gradi 0	1,000	×	$\frac{210}{210}$	=	l. 1,000
	2,900				
10	3,900	×	$\frac{220}{210}$	=	4,086
	4,785				
20	8,685	×	$\frac{230}{210}$	=	9,512
	7,900				
30	16,585	×	$\frac{240}{210}$	=	18,954
	13,027				
40	29,612	×	$\frac{250}{210}$	=	35,25
	21,494				
50	51,106	×	$\frac{360}{210}$	=	64,226
	35,436				
60	86,542	×	$\frac{270}{210}$	=	111,363
	58,519				
70	145,061	×	$\frac{280}{210}$	=	193,414
	96,556				
80	241,617	×	$\frac{290}{210}$	=	333,660

Gli aumenti alla quantità del vapore di 10. in 10. gr. si fanno in una progressione geometrica crescente come 100. a 165. [1].

---

[1] *In H* 24 δ *vi è un altro specchietto nel quale le costanti presentano i seguenti valori:*

Densità del vapore acqueo ad 1 *grado* = 1.

Aumento della quantità di vapore acqueo da 0 *a* 10 *gradi* = 3,4.

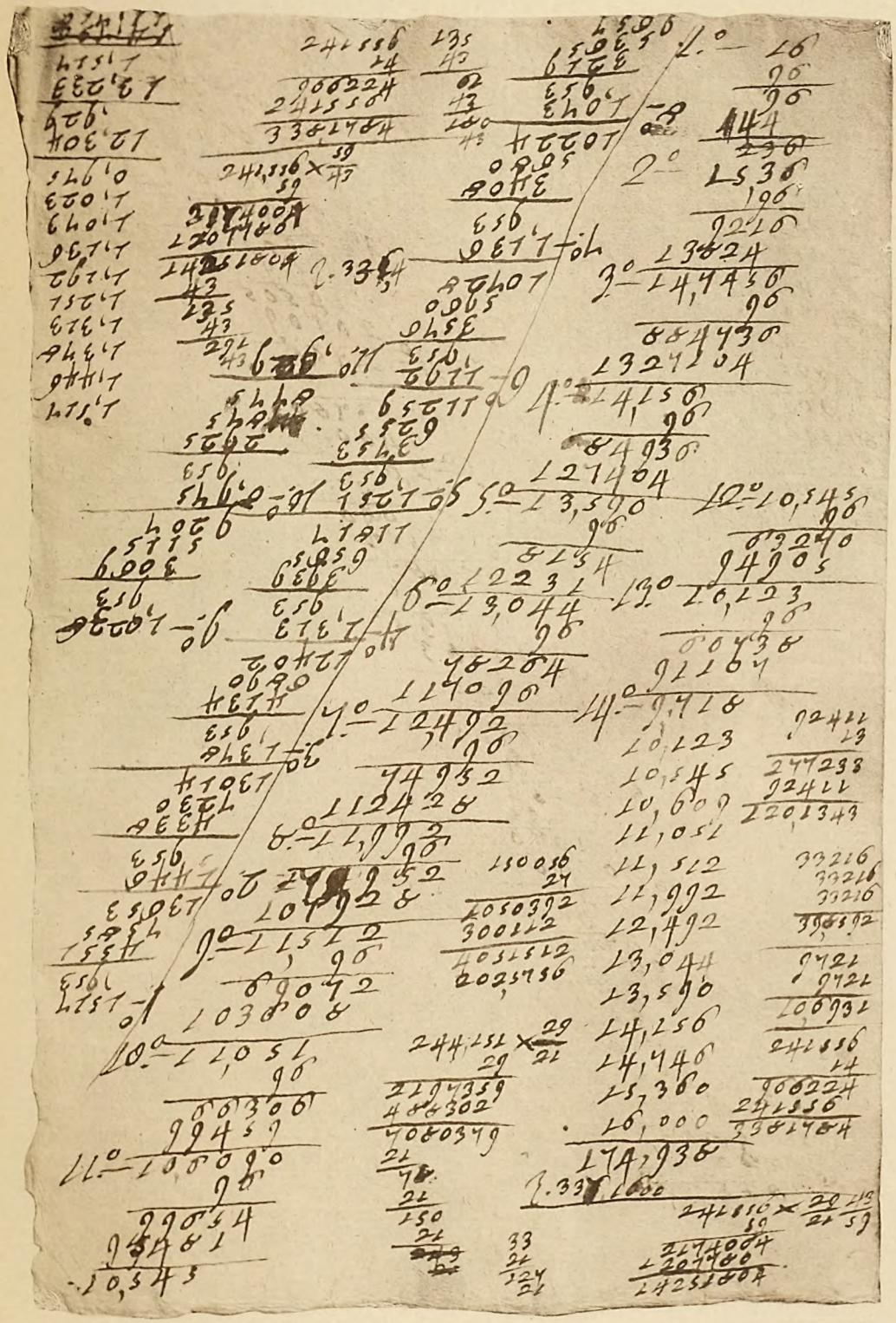
Elasticità specifica a 10 *gradi* = $\frac{210}{200}$.

Rapporto geometrico fra gli aumenti delle quantità di vapore acqueo di 10 *in* 10 *gradi* = $= \frac{100}{160}$.

Elasticità assoluta ad 80 *gradi* = 333,824.

Sull'ultima pagina di H 46 (*che è la minuta di una lettera del V. al Venturi in data* 19 *Marzo* 1799, *pubblicata nel N.* CXLIX (*A*)), *compaiono operazioni coordinate a procedimenti dello stesso tipo di quelli presentati in H* 24 δ, *in cui la densità del vapore acqueo ad* 1 *grado è espressa da* 1, *l'aumento della quantità di vapor acqueo da* 0 *a* 10 *gradi è* 3,1606 *ed il rapporto geometrico fra gli aumenti delle quantità di vapor acqueo di* 10 *in* 10 *gradi è* $\frac{100}{150}$. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

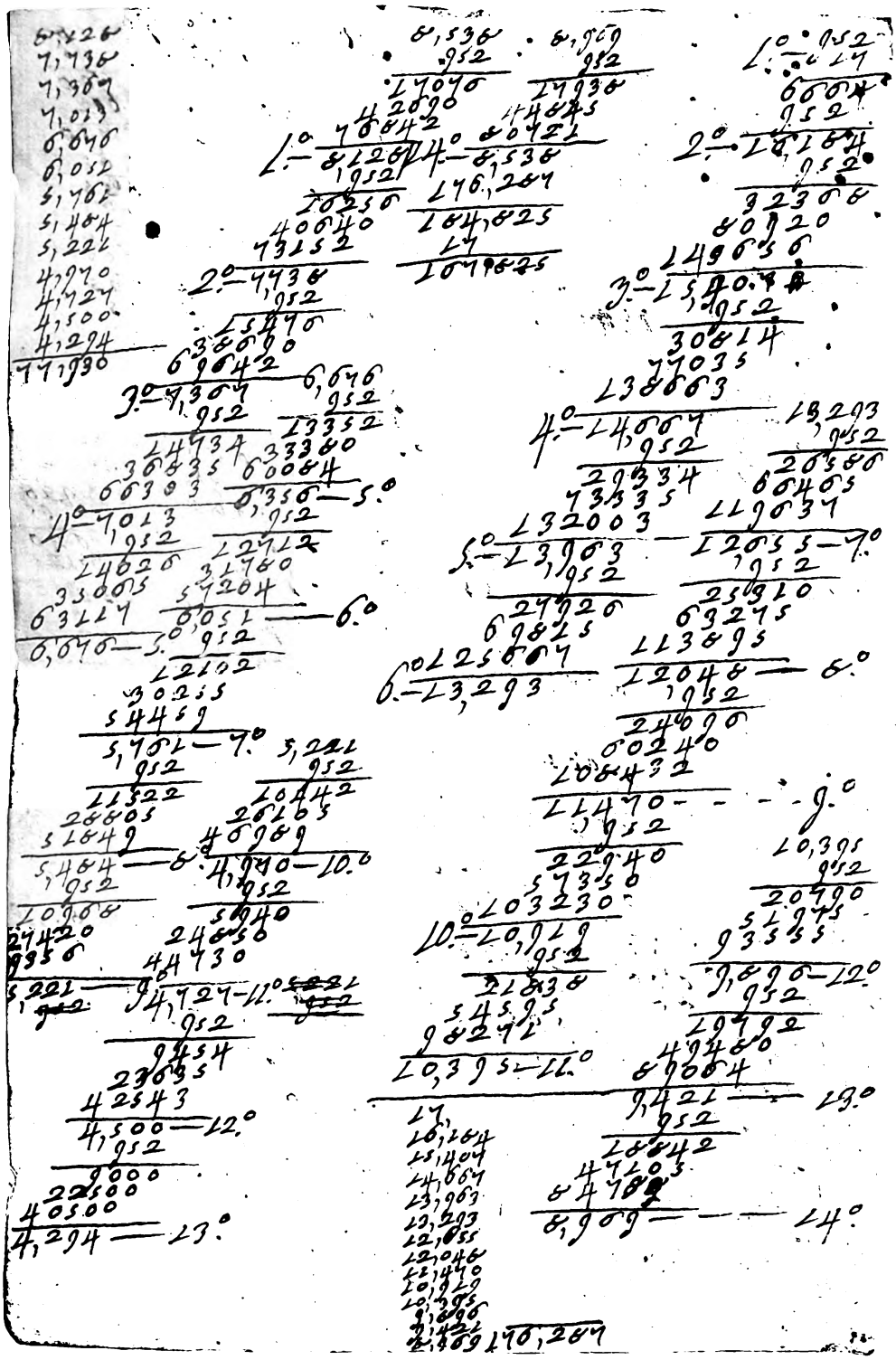


Minute di calcoli aritmetici per la determinazione dei decrementi, di grado in grado, delle tensioni dei vapori saturi (N. CXLVII, pg. 466).

(*Da* Cart. Volt. H 29 α).

Digitized by Google

Digitized by Google

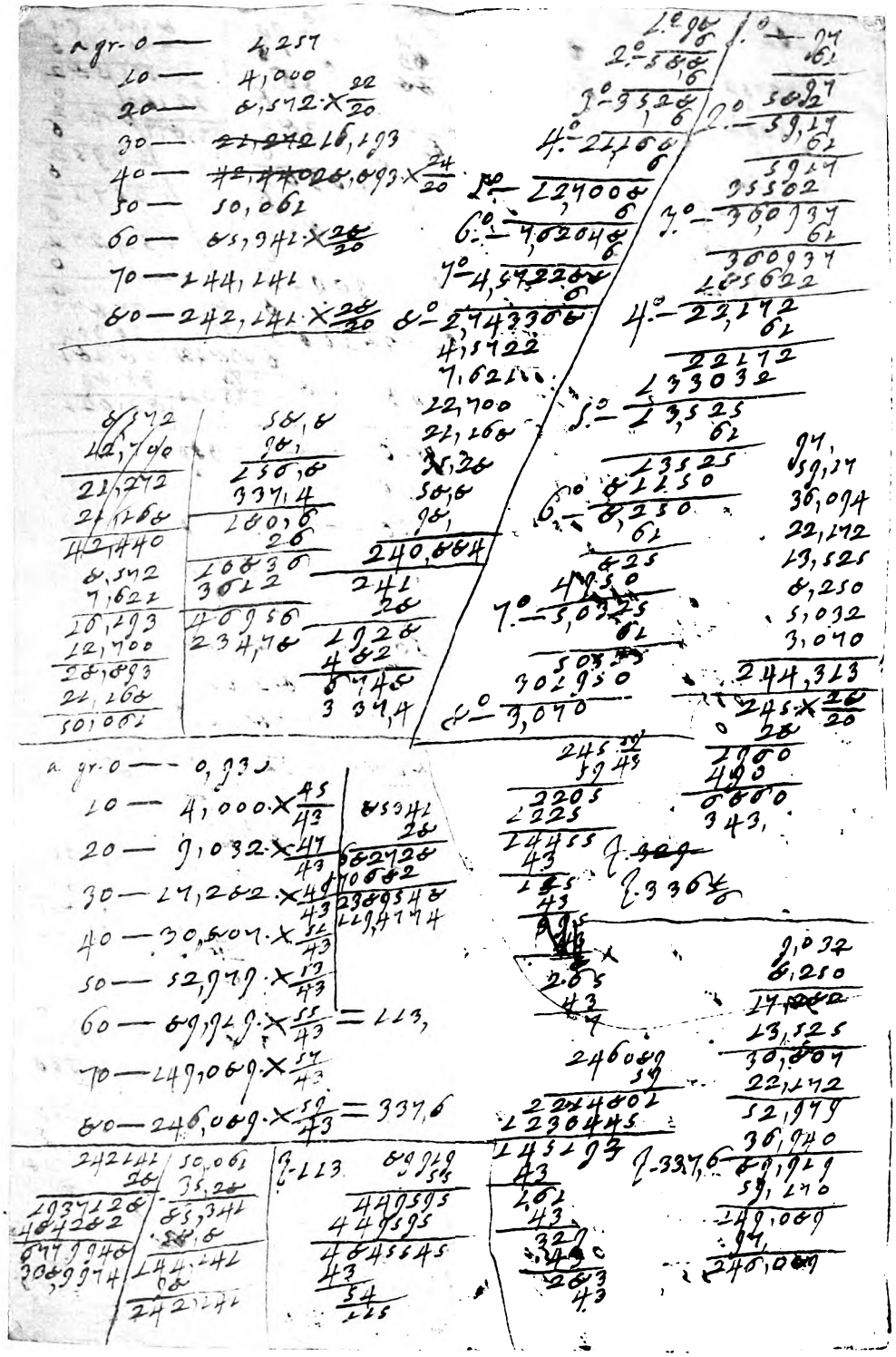


Minute di calcoli aritmetici per la determinazione, di grado in grado, delle tensioni dei vapori saturi (N. CXLVII, pg. 466).

(*Da* Cart. Volt. H 30 α).

Digitized by Google

Digitized by Google



Minute di calcoli aritmetici per la determinazione delle tensioni dei vapori saturi (N. CXLVII, pg. 466).

(*Da* Cart. Volt. H 30 α).

Digitized by Google

Digitized by Google

AGGIUNTE DELLA COMMISSIONE

Note della Commissione ad H 35 α.

Secondo il V., i numeri che compaiono nella seconda colonna di H 35 α *esprimono le* « quantità materiali di vapore », *richieste a saturare un determinato volume, alle temperature corrispondenti a quelle indicate dalla prima colonna: poichè la misura di queste quantità di vapore saturo può essere espressa dalla tensione che a parità di volume ad esse competerebbe quando fossero portate ad una temperatura di riferimento costante e ben determinata (qualora però non avvenisse nè condensazione per raffreddamento, nè sviluppo di nuovi vapori per riscaldamento), così il Volta assume come temperatura di riferimento lo zero della scala Reaumur, supponendo in pari tempo (e ciò allo scopo di esprimere la misura cercata), che il vapore acqueo si comporti come un gas perfetto, avente un coefficiente di tensione eguale a quello dell'aria, ed eguale pure in valore a quello di dilatazione dell'aria stessa. In questo senso i numeri della seconda colonna sono usati dal V., il quale in altri Mns. (come p. e. in H* 28 β *ed in H* 24 δ*), per indicare gli stessi numeri usa l'espressione* « densità di vapore ».

Appunto col numero 0,4545 *il V. esprime la misura della quantità di vapore svolta da* 0 *a* 2 *gradi; il numero* 0,504, *che misura quella prodotta da* 2 *a* 4 *gradi, si ottiene moltiplicando* 0,4545 *pel fattore costante* 1,108: *analogamente il termine successivo* 0,559 *lo si ottiene moltiplicando il precedente,* 0,504, *per lo stesso fattore costante* 1,108, *ecc.*

Ove si tenga presente che le frazioni che appaiono nella terza colonna di H 35 α *corrispondono al binomio di tensione* $(1 + \alpha t)$ *per* $\alpha = \frac{1}{213}$, *consegue che il prodotto di ciò che il V. chiama* « quantità materiale del vapore » *saturo a* t *gradi, per il valore della frazione binomiale corrispondente a quella temperatura* t, *darà il valore della tensione del vapore saturo a* t *gradi.*

Indicando con Q_t *la* « quantità materiale di vapore » *saturo a* t *gradi; con* P_t *la tensione della medesima quantità a* t *gradi; con* d *il valore costante del rapporto* $\frac{Q_{t+2} - Q_t}{Q_t - Q_{t-2}}$, *i risultati esposti dal V. in H* 35 α *si possono riassumere nelle seguenti formule:*

$$Q_t = Q_0 + (Q_2 - Q_0) \sum_{n=0}^{n=\frac{t}{2}-1} d^n,$$

$$P_t = Q_t (1 + \alpha t).$$

Digitized by Google

Per il coefficiente di tensione α, il V. assume il valore $\frac{1}{213}$ *, considerato come valor medio di quello che spetta all'aria. Ciò risulta dall'affermazione contenuta in H* 35 α, *in cui il V. dice che* « la 3ª colonna indica l'aumento di elasticità che il calore apporta a qualsiasi fluido uniforme quindi al vapore medesimo ».

Un'eguale affermazione appare in H 20 β, *ove in margine ad una tabella, simile a quella di H* 35 α, *sono proposte delle correzioni per giungere, nel calcolo della quantità totale di vapore ad* 80 *gradi Reaumur, a quel risultato* « quale si ricerca, acciò innalzatane l'elasticità a norma de' termometri d'aria risultino le 333. lin. di pressione ».

Note della Commissione ad H 29 α ed H 30 α.

Nella pagina di H 29 α *riprodotta in facsimile, e nella prima delle due pagine di H* 30 α, *pure riprodotta in facsimile, si succedono operazioni eseguite per calcolare i decrementi delle tensioni di grado in grado da* 80 *a zero gradi Reaumur: questi risultati possono essere disposti in tabelle simili a quelle che appaiono in H* 26 α, *pubblicate con K* 19 (1795) *nel N.* CXLV.

Come in H 26 α, *così pure in H* 30 α *il decremento della tensione del vapore acqueo saturo da* 80 *a* 79 *gradi, è espresso da linee* 17, *mentre in H* 29 α *è dato da linee* 16: *mentre in H* 26 α *il fattore costante usato per ottenere i successivi decrementi è* 0,95 *ed in H* 30 α *è* 0,952, *in H* 29 α *è* 0,96: *nella pagina di H* 30 α, *precedente a quella riprodotta in facsimile, il valore del fattore costante è* 0,95, *ed il decremento della tensione da* 80 *a* 79 *gradi è espresso da linee* 18. *Insieme alle accennate operazioni, questi Mns. presentano anche operazioni di tipo diverso.*

In H 29 α *appare l'indicazione delle seguenti operazioni* « 244,151 × $\frac{29}{21}$ », *le quali danno per risultato* 337,16: *tali operazioni sono caratteristiche dei procedimenti del tipo di quelli esposti in H* 35 α *ed H* 24 δ, *e corrispondono al caso in cui si supponga che ad* 80 *gradi Reaumur* « *la* quantità materiale di vapore » *sia espressa da linee* 244,151, *ed il coefficiente di tensione sia* $\frac{1}{210}$, *nel qual caso la misura della tensione del vapore saturo a* 80 *gradi risulta espressa da linee* 337,16, *valore assai prossimo a linee* 336, *che è quello che il Volta assume come termine di riferimento al quale devono essere coordinati i computi aritmetici. Nella seconda delle due pagine di H* 30 α (*riprodotte in facsimile*), *appaiono operazioni e tabelle di* 10 *in* 10 *gradi, che si riferiscono a procedimenti del tipo di quelli di H* 35 α *ed H* 24 δ.

Digitized by Google

CXLVIII.

RELAZIONE

FRA IL RAPPORTO DELLE TENSIONI E QUELLO DEGLI AUMENTI DI TEMPERATURA

FONTI.

STAMPATE. | MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: **H 35** γ; **H 25**; **H 33** β.

OSSERVAZIONI.

TITOLO:
DATA:

H 35 γ: è un foglio autografo, del quale si pubblica solo la parte che contiene l'enunciato della relazione che intercede fra il rapporto delle tensioni e quello degli incrementi della temperatura, mentre non si pubblica la parte che contiene operazioni e computi aritmetici coordinati a procedimenti del tipo di quelli svolti nei Mns. pubblicati e citati nel Numero precedente a questo.

H 25: è un Mns. autografo costituito da 3 fogli, dei quali si pubblicano solo tabelle che sono in relazione a conclusioni enunciate.

H 33 β: è un foglio che presenta una sola pagina manoscritta, nella quale appaiono due tabelle di risultati numerici, ottenuti partendo da concetti che provengono dalla fusione delle idee svolte in H 35 α (vedasi il Numero precedente a questo) ed in H 35 γ: delle due tabelle di H 33 β si pubblica quella che appare più atta a rendere chiaro il concetto del V.

Digitized by Google

Digitized by Google

Cart. Volt. H 35 γ.

La prima legge è, che formandosi del vapore elastico aeriforme ad ogni temperatura, cominciando da quella che basta appena a tenere il corpo fluido, o fondere es. gr. il ghiaccio, cresce poi cotesto vapore in quantità ed elasticità crescendo il calore in una proporzione molto superiore a quella degli aumenti di esso calore; tantochè per delle addizioni successive di questo, che stanno fra loro come 9. a 10. cresce l'elasticità assoluta del vapore nella ragione di 1. a 2.

. . . . . .

a gr.	5,	lin.	2 $\frac{5}{8}$ [1]							
	7,653									
.....	12,653	—	5 $\frac{1}{4}$							
	8,503									
.....	21,156	—	10 $\frac{1}{2}$							
	9,448									
.....	30,604	—	21	=	poll.	1.	l.	9.		
	10,497									
.....	41,101	—	42	=		3.		6.		
	11,664									
.....	52,765	—	84	=		7.				
	12,96									
.....	65,725	—	168	=		14.				
	14,4									
.....	80,125	—	336	=		28.		=	1.	atmosf.

[1] *A lato trovasi, in H* 35 γ, *la seguente indicazione*: « Elasticità assoluta del vapor acqueo, ossia pressione che equilibra, espressa dalla colonna di mercurio che il medesimo è atto a sostenere a diverse temperature ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

	16, [1]						
.....	96,125	—	672	=	56.	=	2. atm.
	17,778						
.....	113,903	—	1344	=	112.	=	4. atm.
	19,753						
.....	133,656	—	2688	=	224.	=	8. atm.

[1] *Per il calcolo degli aumenti di temperatura che stanno fra di loro nel rapporto di 9 a 10, trovansi, in margine al Mns. H 35 γ, le seguenti operazioni:*

—	16	
—	14,4	
	9	
—	12,96	
	9	
—	11,664	
	9	
—	10,4976	
	9	
—	9,44784	
	9	
—	8,503056	

[Nota della Comm.].

Digitized by Google

Cart. Volt. H 25.

Calore			Pressione			
gradi	0,344		lin.	$1\frac{1}{2}$		
		9,058				
»	9,402		»	$4\frac{1}{8}$		
		9,74				
»	19,142		»	$9\frac{3}{8}$		
		10,47				
»	29,612		»	$19\frac{7}{8}$	= p. 1.	l. $7\frac{7}{8}$
		11,26				
»	40,872		»	$40\frac{7}{8}$	= » 3.	» $4\frac{7}{8}$
		12,108				
»	52,980		»	$82\frac{7}{8}$	= » 6.	» $10\frac{7}{8}$
		13,02				
»	66,000		»	$166\frac{7}{8}$	= » 13.	» $10\frac{7}{8}$
		14,00				
»	80.		»	$334\frac{7}{8}$	= » 27.	» $10\frac{7}{8}$

Anche questo calcolo in cui le differenze del calore essendo come 100. a 93. quelle delle pressioni sono come 2. a 1. quadra assai bene colle osservazioni, e meglio la posizione qui sotto.

Digitized by Google

		Calore gradi R.	Pressione calcolata lin.			Pressione osservata prendendo la media
		0,344	$1\frac{3}{8}$			p. 0. l.
Differenze	9,058	.....	diff. $2\frac{5}{8}$			
		9,402	4			» 0. l.
	9,74	.....	diff. $5\frac{1}{4}$			
		19,142	$9\frac{1}{4}$			» 0. l.
	10,47	.....	diff. $10\frac{1}{2}$			
		29,612	$19\frac{3}{4}$	=	p. 1. l. $7\frac{3}{4}$	» 1. l.
	11,26	.....	diff. 21			
		40,872	$40\frac{3}{4}$	=	» 3. » $4\frac{3}{4}$	» 3. l.
	12,108	.....	diff. 42			
		52,980	$82\frac{3}{4}$	=	» 6. » $10\frac{3}{4}$	» 6. l.
	13,020	.....	diff. 84			
		66,000	$166\frac{3}{4}$	=	» 13. » $10\frac{3}{4}$	» 13. l.
	14,000	.....	diff. 168			
		80,000	$334\frac{3}{4}$	=	» 27. » $10\frac{3}{4}$	» 27. l.
	15,054	.....	diff. 336			
		95,054	$670\frac{3}{4}$	=	» 55. » $10\frac{3}{4}$	» 55. l.

Digitized by Google

Cart. Volt. H 33 β.

Calore gr. R.	Quantità del vapore etereo in linee [1]
0,	2,1600
7,97	1,9062
7,97	4,0662
8,857	3,8125
16,827	7,8787
9,840	7,6250
26,667	15,5037
10,940	15,2500
37,607	30,7537
12,150	30,5000
49,757	61,2537
13,500	61,0000
63,257	122,2537
15,007 [2]	122,0000
78,264	244,2537

[1] *Mentre in H 35 γ ed H 25 è stabilito, che per addizioni di temperatura che stiano fra loro in ragione di 9 a 10, le tensioni crescano nel rapporto da 1 a 2, in H 33 β il V., ritornando su concetti svolti in H 35 α, ritiene che ad aumenti di temperatura che abbian luogo in ragione di 9 a 10 corrispondano svolgimenti di quantità di vapore nel rapporto di 1 a 2, come emerge dalla tabella di H 33 β che si pubblica.* [*Nota della Comm.*].

[2] *Per il calcolo degli aumenti di temperatura che stanno fra loro nel rapporto di 9 a 10, a lato della tabella pubblicata si trovano le seguenti operazioni:*

Digitized by Google

—	15
	9
—	13,5
	9
—	12,15
	9
—	10,935
	9
—	9,8415
	9
—	8,85735
	9
—	7,971615
	9
—	7,1744535

La quantità di vapore elastico svolta nel passare da zero gradi a gr. 7,97 *è espressa da lin.* 1,9062; *quella svolta nei successivi gr.* 8,857 *è espressa da lin.* 3,8125, *ecc.: in tal modo risulta che è eguale ad* $\frac{1}{2}$ *il valore del rapporto delle quantità di vapore elastico svolte in successivi incrementi di temperatura che stanno fra di loro nel rapporto da* 9 *a* 10.

[*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

CXLIX *(A B)*.

ESTRATTO DI LETTERE
RIGUARDANTI UNA MEMORIA
SULL'ELASTICITÀ DEI VAPORI

Digitized by Google

Digitized by Google

CXLIX *(A)*.

ESTRATTO DI UNA LETTERA

AL PROF.

GIOVANNI BATTISTA VENTURI

SEGRETARIO DELLA SOCIETÀ ITALIANA A MODENA

19 *Marzo* 1799.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Atti R. Ist. Lomb., Vol. II, 1861, pg. 258.	Cart. Volt.: **H 46**; N fot. 3.
Zan. V. Stud., Milano 1879, pg. 188.	Bibl. Munic. di Reggio Emilia.

OSSERVAZIONI.

TITOLO:
DATA da H 46 ed N fot 3.

H 46: è la minuta autografa di una lettera del V. in data 19 marzo 1799. La prima parte di questa lettera venne pubblicata in Zan. V. Stud., pg. 188, e la seconda parte in Atti R. Ist. Lomb. Vol. II, 1861, pg. 258. Il nome del destinatario non emerge da questa minuta, la quale si presenta come la prima redazione di N fot. 3. Si pubblica per intero H 46, che assorbe completamente N fot. 3: H 46 presenta sull'ultima pagina delle minute di operazione, che si riproducono in facsimile per gli accordi che esse presentano coi procedimenti svolti in H 28 β ed H 24 δ pubblicati con H 35 α nel N. CXLVII (vedansi in proposito le note della Commissione apposte ad H 28 β ed a H 24 δ nel N. CXLVII).

N fot. 3: è la copia fotografica della lettera, in data 19 marzo 1799, realmente inviata dal V. al Venturi: l'originale di questa lettera, che contiene solo la prima parte di H 46, conservasi presso la Bibl. Munic. di Reggio Emilia.

Digitized by Google

Digitized by Google

Cart. Volt. H 46.

Como, 19. *Marzo* 1799.

Cittadino Stim.° e Amico car.^mo^.

Tardi rispondo alla pregiatissima vostra de' 3 corrente, e vi rispondo dalla mia patria, ove son venuto, profittando delle correnti ferie, a trovare la mia famiglia, e a godermi alcuni giorni d'ozio. Mi spiace a non avere in pronto, e non poter preparare così presto la Memoria sull'Elettricità eccitata col semplice combaciamento mutuo de' metalli diversi, e di altri conduttori ancora non metallici (intorno a che ho estese maggiormente le sperienze, e confermato la cosa con nuovi fatti), la quale Memoria altronde dovrei mandare all'Instituto Nazionale di Parigi, cui l'ho promessa già due anni sono, venendomene fatta nuova istanza dall'Instituto medesimo per mezzo del nostro MASCHERONI, che colà si truova ancora, e al quale debbo rispondere [1]. Avrei in vece pel tomo della nostra Società Italiana un'altra Memoria sopra una materia anch'essa molto interessante, qual'è quella dei vapori elastici dell'acqua, e di altri liquori; intorno a che ho fatte da 10. e più anni moltissime sperienze con varj apparati da me immaginati, i risultati delle quali sperienze sono in parte nuovi e inaspettati, e conducono a molte belle applicazioni. Ma neppure questa Memoria è stesa; e dubito di poter terminarla per tutto il mese di Aprile (termine che mi prescrivete): penso però di applicarmici di proposito. Intanto pel caso, che non arrivassi in tempo, e per darvene una qualche idea vado a descrivervi brevemente alcuno dei detti apparati, e ad epilogare i risultati delle sperienze riducendoli ad alcune leggi primarie non men luminose che feconde di applicazioni.

[1] *In proposito il V. scrisse al Mascheroni una lettera in data* 23 *Marzo* 1799 (*Cart. Volt. J fot.* 6), *che si pubblica nel N.* CXLIX (*B*). [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

La fig. 1. [1] consiste in un tubo Torricelliano, ossia tubo di vetro *A B C* di 2. in 3. linee di diametro, lungo 32. pollici almeno, tutto graduato in poll. e linee, il quale è bene che abbia la cima *A* più larga e formante un ventre di discreta capacità. Questo tubo ripieno tutto di mercurio purissimo ben bollito, vien capovolto nel mercurio, che riempie il pozzo di ferro *m m O* formato dalla lunga canna *m m* e dalla larga tazza *O*; e s'immerge quindi in tal pozzo a quella profondità che si vuole. Ben si comprende che quando sta immerso tanto, che la parte di esso tubo sporgente sopravanzante il livello del pozzo non arriva alla giusta altezza barometrica, rimane per la pressione atmosferica pieno di mercurio fino alla cima; e solo comincia a farsi vuota una parte di quella camera; e ad estendersi tal vuoto Torricelliano quando, e a misura, che il tubo innalzato sopravanza il livello del pozzo più di 28. pollici. Or [2]

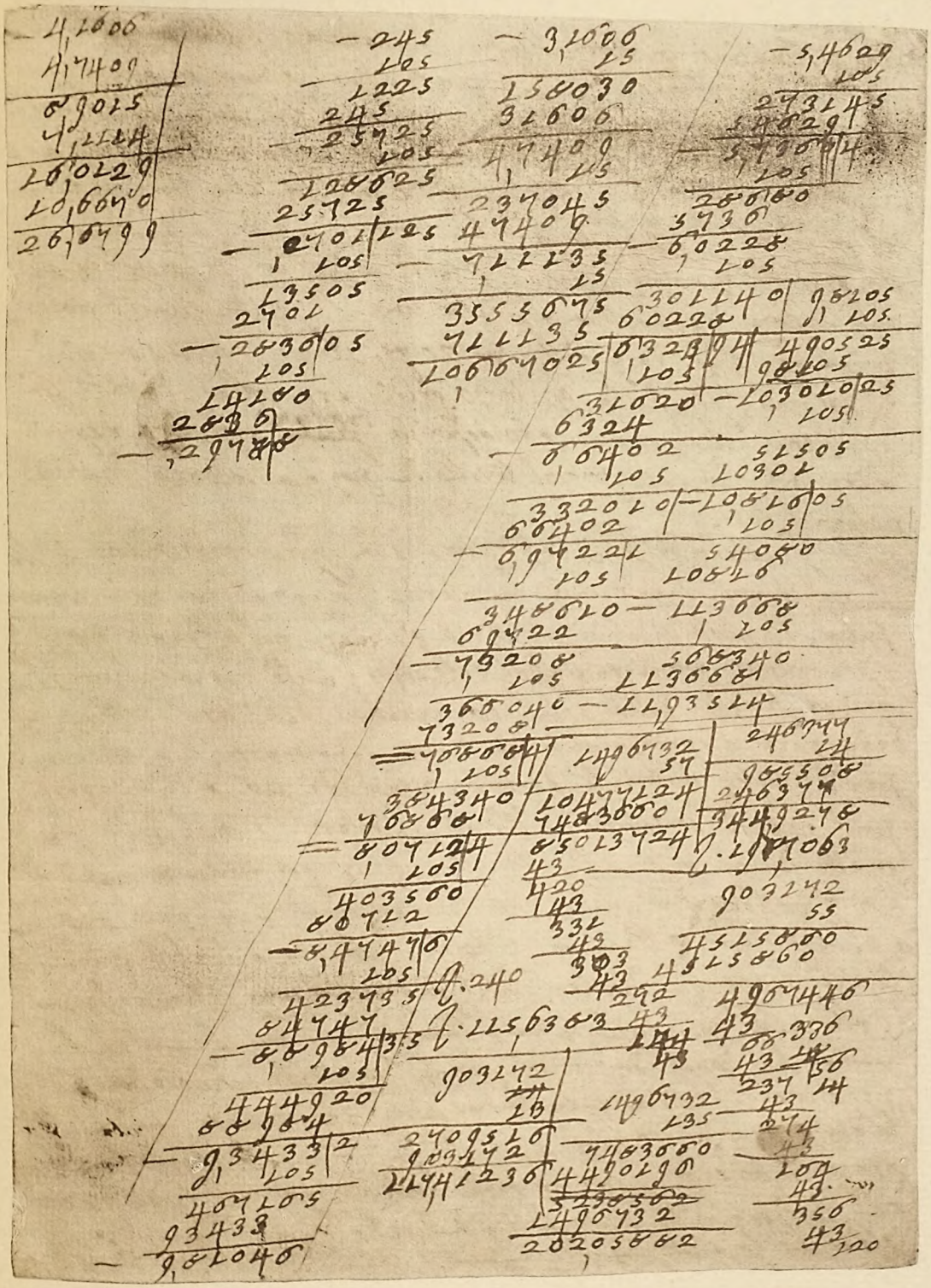
La fig. 1. consiste in un semplice tubo Torricelliano piuttosto largo per comodità delle sperienze, contenente mercurio purissimo e fatto bollire nel tubo medesimo, per avere il vuoto barometrico il più perfetto. Il pozzetto di mercurio *C*, in cui passa cotesto tubo è pure discretamente largo e profondo, per potervi a bell'agio immergere e insinuare sotto l'orificio del tubo il becco di un'eolipiletta di vetro, o di una picciola sciringa, e introdurvi qualche goccia di acqua, o d'altro liquore, la quale attraversando la colonna di mercurio monti, e vada a guadagnare la camera vuota. Con che trovandosi un tale liquore evaporabile libero d'ogni pressione una parte di lui si trasforma effettivamente in vapor elastico aeriforme, come appare dal deprimersi al momento la colonna mercuriale di alcune linee, di uno, o più pollici, secondo la specie del liquore, e secondo la temperatura dell'ambiente, ossia grado di calore ond'è investito in un colla camera il liquore medesimo. Dico che una parte soltanto del liquore (di cui suppongo introdotta una quantità non picciolissima) trasformasi in vapor elastico, quanto cioè ve ne va per produrre una certa determinata pressione, la quale poi frena e impedisce l'ulterior evaporazione del rimanente liquore. Or la quantità che subisce tale metamorfosi e la pressione che esercita è maggiore o minore secondo già si è indicato per diversi liquori, come acqua, olj, sp. di vino ecc. e per ciascun liquore a norma del maggiore o minor grado di calore. Per l'acqua è di 1. linea circa di mercurio alla temperatura del 0. REAUM., di 4. in 5. lin. a 10. gradi; di 6. lin. a 14. in 15. gradi, di 9. lin. in 10. a 20. gr., di 1. poll. a circa 23. gradi. Per l'Alcoole di 6. in 7. lin. alla temperatura del

---

[1] *Le figure citate mancano nel Mns.* [*Nota della Comm.*].

[2] *A questo punto l'esposizione è interrotta; segue un tratto di penna, ed indi la parte che si pubblica.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google



Minute di calcoli aritmetici per la determinazione, alle diverse temperature, delle tensioni del vapor acqueo saturo (N. CXLIX (*A*), pg. 477).

(*Da* Cart. Volt. H 46 α).

Digitized by Google

Digitized by Google

ghiaccio; di 14. lin. circa alla temp. di 10. gr., a quella di 20. gradi, di 3. pollici. Per l'Etere sulfurico la pressione del suo vapore agguaglia già alla temp. di 0. R. quasi 6. pollici, a 10. gr. da 9. poll., a 20. gr. 18. poll., ecc. a 24. gr. più di 18. poll., finchè a 31. in 32. gradi agguaglia tutta la pressione della colonna atmosferica, tantochè arriva a deprimere intieramente fino al livello del pozzo la colonna mercuriale nel tubo.

Queste sperienze coll'etere son pure sorprendenti. Bello è il vedere deprimersi la colonna barometrica nel nostro tubo di molti pollici al primo giungere nella camera superiore vuota una goccia di tal etere; e ciò senza alcun calore artificiale, colla sola temperatura dell'ambiente. Ma bello pure e sorprendente è veder deprimersi per l'istessa naturale temperatura di 20. e di 24. gradi, qual regna sovente in Estate, il mercurio nel tubo, di molte linee, e fino d'un pollice. Più sorprendente però è a mio avviso, che anche alla temperatura vicinissima al ghiaccio, e all'istesso 0. REAUM. si formi dall'acqua del vapore elastico tanto da deprimere il mercurio 1. linea buona. Dalle quali sperienze fatte da lui prima ha conchiuso con ragione LAVOISIER, che tolta la pressione dell'aria od altra equivalente, lo stato liquido dell'acqua e di altri corpi non sussisterebbe che per un momento, e per un grado indivisibile del termometro nel passaggio dallo stato solido a quello di fluido aeriforme; ossia che lo stato liquido è uno stato forzato, in cui vengono [1]

[1] *Qui termina il Mns.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Digitized by Google

CXLIX *(B)*.

ESTRATTO DI UNA LETTERA
ALL'ABATE LORENZO MASCHERONI
PROF. ALL'UNIVERSITÀ DI PAVIA

23 *Marzo* 1799.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt.: **J fot. 6.** Bibl. Civica di Bergamo.

OSSERVAZIONI.

TITOLO:
DATA: da J fot. 6.

J fot. 6: è la copia fotografica di una lettera, in data 23 marzo 1799, scritta dal V. al poeta e matematico Mascheroni: questa lettera si riallaccia, pel contenuto, alla lettera del V. al Venturi, pubblicata nel N. CXLIX (A). Il Mns. autografo di questa lettera al Mascheroni conservasi presso la Bibl. Civica di Bergamo. Si pubblica la parte di J fot. 6 che contiene l'accenno ad una memoria sulle tensioni dei vapori, essendo la rimanente parte assorbita dai lavori sull'elettromozione pubblicati nel Volume I e nel Volume II.

Digitized by Google

Digitized by Google

Cart. Volt. J fot. 6.

Como 23. *Marzo* 1799.

Amico car.^{mo} e Collega Stim.^{o}.

Ho ricevuto a suo tempo la prima vostra lettera per mezzo dell'Ab. MANGILI, e la seconda, che mi scriveste direttamente, la ricevetti pure alcune settimane sono; e sono confuso d'aver ritardato fino ad ora a rispondervi. Lo fo oggi trovandomi a Como, dove sono venuto a passare questi pochi giorni di Ferie pasquali in seno alla mia famiglia, e in compagnia della moglie, che sensibile alla vostra memoria vi rende i dovuti saluti.

La Memoria sulla Elettricità eccitata dal semplice combaciamento de' Conduttori diversi tra loro, siano metallici o conduttori secchi di 1ª classe, com'io li chiamo, siano non metallici, conduttori umidi, cioè o liquidi, o imbevuti di qualche umore, che chiamo conduttori di 2ª classe, una tal Memoria, che BERTHOLLET e MONGE testimonj di alcune sperienze che mostrai loro mi avevano incoraggito di mandare a cotesto Istituto Nazionale, e ch'io aveva quasi promessa, mi venne, e mi viene di nuovo ricercata con istanza da VENTURI per il tomo della nostra Società Italiana, che si sta ora stampando. Io però, eccitato anche dalla vostra lettera, persisto nel pensiero di presentarla all'Istituto Nazionale, quando l'avrò stesa e terminata; giacchè la maggior estensione che ho data alle sperienze, e i nuovi risultati han fatto che differissi a compilare una tal Memoria, accumulando intanto più materiali; e già preveggo che non verrò a capo di compierla se non nel tempo delle nostre vacanze estive. Intanto pel tomo della Società Italiana stenderò entro il prossimo mese d'Aprile un'altra Memoria, per la quale ho pure pronti i materiali, sulla conversione in vapore elastico dell'acqua, e di altri liquidi, e sull'elasticità assoluta di essi vapori [1] a tutti i gradi di ca-

[1] *Vedansi le note della Commissione poste ad H* 28 β *ed H* 24 δ, *pubblicati nel precedente N.* CXLVII. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

lore cominciando dal zero REAUM. o sotto, fino a 100. e più gradi, espressa dalla colonna di mercurio, che il vapore è atto a bilanciare, ecc. Sono note intorno a tal soggetto le sperienze di BETANCOURT, e l'apparato di cui egli si è servito. Io mi son servito di diversi apparati meno soggetti ad errore, e credo che i miei risultati siano perciò ancora più esatti; ed ho scoperte alcune belle leggi; delle quali dovreste avere qualche contezza, avendovene io più volte parlato, e mostrate anche alcune esperienze or coll'uno or coll'altro di tali miei apparati. Fra questi avrete forse presente quello, con cui mostro che l'aria, ove non si formino in seno ad essa vapori, acquista per eguali aumenti di calore sempre eguali accrescimenti di elasticità, o di volume, in guisa che un volume di essa, che a 0. REAUM. e sotto una data pressione è = a 216. per 1. 2. 3. 4. ecc., gradi che s'accresca il calore, cresce a 217. 218. 219. 220 ecc.; oppure cresce in tal proporzione la sua forza espansiva. Così dunque erronei dimostransi i risultati di quelle sperienze riportate negli Annali di Chimica e nell'Enciclopedia Metodica, parte Chimica, art. Air, in cui per i primi 20. gradi essendosi dilatata l'aria di 1/10 circa di quel volume, che avea alla temp. 0., per altri 20. gradi, cioè da 20. a 40. parve dilatarsi in una proporzione maggiore, e in una molto maggiore ancora dai 40. ai 60. gradi: erronei, dico, sono tai risultati, dovendosi una tal maggiore ampliazione dell'aria al vapore formatosi in maggior quantità in seno ad essa nei più alti gradi di calore, ecc. Infatti nelle mie sperienze, e col mio apparato esattissimo, in cui colla bollitura del mercurio è stato espulso ogni umido aderente alle pareti del recipiente, che contiene l'aria, riscaldandosi questa da 0. a 20. gradi cresce il suo volume (sotto l'istessa pressione) da 216. a 236.: riscaldandosi fino a 40. gr. arriva il volume a 256.: a 276. giusto riscaldata a 60. gr.: a 296. riscaldata fino a 80. gr. ecc. Ma se assieme all'aria trovisi un poco d'acqua anche in quantità invisibile, anche solo un umido velo attaccato alle pareti del recipiente, allora nei gradi alti di calore osservasi uno straordinario accrescimento nel volume d'aria pel vapore elastico, che aggiunge il suo al di lei volume: così per es. a 66. gradi di calore, invece di arrivare soltanto a 216 + 66, cioè 282. (come succede escludendo dall'aria ogni vapore), arriva al doppio, cioè a 564. perchè il vapor acqueo a tale temperatura ha per sè solo la forza di equilibrare la metà della pressione atmosferica, ossia 14. pollici di mercurio: resta dunque; che per equilibrare l'altra metà il fluido aereo si estenda a doppio spazio, ecc.

Digitized by Google

CL.

CALORE E VAPORI ELASTICI

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt.: **H 43**; H 44; D 60; **D 61;** D 62; D 63; D 64. A. S. M.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Cart. Volt. H 43.

DATA: non anteriore al 1795, in quanto vi sono ampiamente esposte e discusse le tre leggi sulle tensioni dei vapori enunciate nel 1795 nella lettera al Landriani e nel poscritto della lettera al Vassalli (vedasi il N. CXLVI di questo Volume ed il N. XIV (C) del Volume I).

H 43: è la redazione autografa di un corso di lezioni sul calore e sui vapori elastici tenuto intorno al 1795: si pubblica, in saggio, solo la parte in cui sono esposte le esperienze che portarono il V. a formulare le leggi sulle tensioni dei vapori.

H 44: è una copia di H 43, non di mano del V.: il testo di H 44 presenta sovente un più ampio svolgimento di argomenti, talvolta modificati da correzioni e da aggiunte autografe. Però la parte di H 43, che si pubblica, presenta solo poche differenze in confronto della corrispondente parte di H 44.

D 60: è una minuta autografa di venti pagine, in data «*fine anno scolastico* 1795», contenente le risposte alle domande rivolte dal Governo al V. quale professore di fisica particolare. La parte di questi Mns. che riguarda l'elettricità fu pubblicata nel N. LXXXV del Volume IV.

D 61: è un Mns. autografo che si presenta come la seconda redazione e la continuazione

Digitized by Google

di D 60. Il Mns. D 61 fu in parte riassunto, e la sua conclusione in parte pubblicata, negli Atti del Reale Istituto Lombardo (Volume II, 1860-1861, pg. 260 e seg.). Si dà in questo Numero la parte che riguarda il Calore, i Vapori elastici e la Chimica.

In A. S. M. si conserva intero il Mns. autografo inviato dal V. all'Università di Pavia (in data 1795), e del quale l'art. Volt. D 61 è la minuta di una sua parte. Pure in A. S. M. si conserva un prospetto, steso di mano del V., delle lezioni di fisica particolare da lui tenute nell'Università di Pavia dal 1791 al 1794.

D 62: è una particolareggiata esposizione delle lezioni di fisica impartite all'Università di Pavia; è incompleta e non contiene la parte di D 61 che si pubblica in questo Numero.

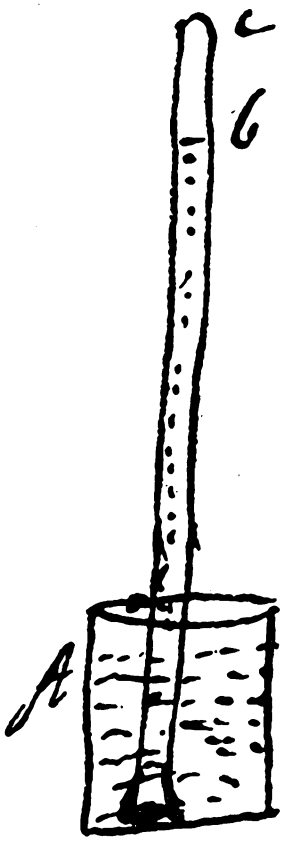
D 63: è la copia di una parte di D 62.

D 64: è un rapporto intorno al materiale scientifico esistente nel gabinetto di fisica dell'Università di Pavia. Questo rapporto fu steso dal V. in risposta ad un Decreto, in data 12 ottobre 1795, del Concistoro dell'Università di Pavia, il quale invitava il V. a dare per iscritto una nota delle macchine che ancora mancavano al gabinetto di fisica dell'Università.

Digitized by Google

Cart. Volt. H 43.

§. 88. Tengo varj tubi torricelliani, in cui il mercurio fattovi prima bollir dentro a varie riprese, stando a quella maggiore altezza a cui per espellerne ogni bolla d'aria ed umido aderente possa giungere per l'attuale pressione dell'atmosfera, indica che la camera in cima è vuota in ciascuno quanto mai esser lo può. Or dunque v'introduco in uno un pochetto di acqua, in un altro di spirito di vino, in un terzo di etere ec., facendo passare tai liquori per di sotto attraverso il mercurio, in guisa, che dalla loro specifica leggerezza vengono portati alla cima *b* (fig.) a galleggiare sopra la colonna di mercurio sospesa. Or sono appena colassù giunte coteste picciole porzioni di acqua, di sp. di v., di etere, che trovandosi in quello spazio vacuo *b. c.* liberi d'ogni pressione, colla temperatura attuale dell'ambiente non possono più sussistere in forma liquida, ma vengono convertiti in vapore, ossia fluido elastico, in aura elastica o per intiero se picciolissima essendo la quantità del liquore la camera vuota sia molto capace; od una porzione soltanto, se ve n'ha di troppo rispettivamente a tale capacità, cioè più di quello basta a formare tanto vapore da produrre una data conveniente pressione: poichè giunta a un certo segno codesta pressione impedisce il resto del liquore dal passare allo stato vaporoso aeriforme, lo trattiene cioè nella forma liquida e sì vi riduce quello che per avventura, mercè di una



minor pressione o per una temperatura più alta si trovasse già vaporizzato. Or dunque si può facilmente scorgere con tale mio apparato quali siano le pressioni, che pongono limite alla trasformazione di questo, e di quel liquore,

Digitized by Google

allo stato di vapore elastico, e viceversa, per tutti i diversi gradi di temperatura; basta osservare ogni volta di quanto viene e tiensi depressa dal vapore invisibile in cui trovasi convertito tutto, o porzione del liquore introdotto nella camera torricelliana, la colonna di mercurio.

§. 89. Adunque alla temperatura di 0. R. o di ½ gr. sopra, tanto che l'acqua sia appena sgelata; introdotto un poco di questa in uno dei tubi torricelliani; in un altro un poco di spirito di vino, in un terzo dell'etere vitriolico; si deprime il mercurio, Term. R. gr. 0., nel 1° di 2. lin. circa; nel 2° di 8. lin. circa, nel 3° di circa 7. poll. secondo la bontà dell'etere. La seguente tavola pone sott'occhio i risultati:

Alla temperatura di 10. gr. R. ..	nel 1°	cioè in quello dell'acqua di lin. circa 4 ½.
	nel 2°	cioè quello dello sp. di v. di l. 18. circa.
	nel 3°	cioè in quello dell'etere, poll. 10. a 11.
Term. gr. 20. ...	nel 1°	l. 10. circa.
	nel 2°	poll. 2 ½ circa.
	nel 3°	poll. 17. a 18.
Term. 24. ...	nel 1°	l. poll. circa, ossia da 12. a 13. lin.
	nel 2°	4. poll. circa.
	nel 3°	20. a 22. poll.
Term. 30. ...	nel 1°	l. 22. circa.
	nel 2°	poll. 6. circa.
	nel 3°	poll. 26. a 27.
Term. 31. a 32.	1°	poll. 2. circa.
	2°	poll. 6 ½ circa.
	3°	poll. 28. (*) un poco più un poco meno.
Term. 35.	1°	poll. 3. circa.
	2°	poll. 6 ½ circa.
	3°	poll. 32. 33., (**) e più.
40.	1°	p. 3 ½ circa.
	2°	p. 10. circa.
	3°	

(*) Cioè si deprime tutta la colonna di mercurio nel tubo fino circa al livello di quello del pozzetto; epperò il vapore dell'etere sostiene solo ed equilibra tutta la pressione della colonna atmosferica; cioè sotto tale od equivalente pressione un calore di 31. in 32. gradi R. basta a metterlo e mantenerlo allo stato aeriforme, ossia di aura elastica, come già si è mostrato (§. 65. 66.), e quindi anche a farlo entrare in ebullizione in vasi aperti (§. 64.).

(**) Cioè si deprime quindi il mercurio nel tubo torricelliano sotto il livello del pozzetto (in cui peschi abbastanza profondamente) 4. in 5. poll. Il che mostra, che alla temperatura di gr. 35. R. non può l'etere star liquido, ma si trasforma e si mantiene nello stato di aura elastica anche sotto una pressione, che supera di $^1/_7$ ed anche di $^1/_6$ l'ordinaria dell'atmosfera.

Digitized by Google

50.	1°	p. 6. circa.
	2°	p. 16. circa.
	3°	
60.	1°	p. 10 ½ circa.
	2°	p. 25 ½ circa.
	3°	
62. a 63.	1°	p. 13. circa.
	2°	p. 28. circa (***).
70.	1°	poll. 18. in 19.
80.	1°	poll. 28. circa (****).

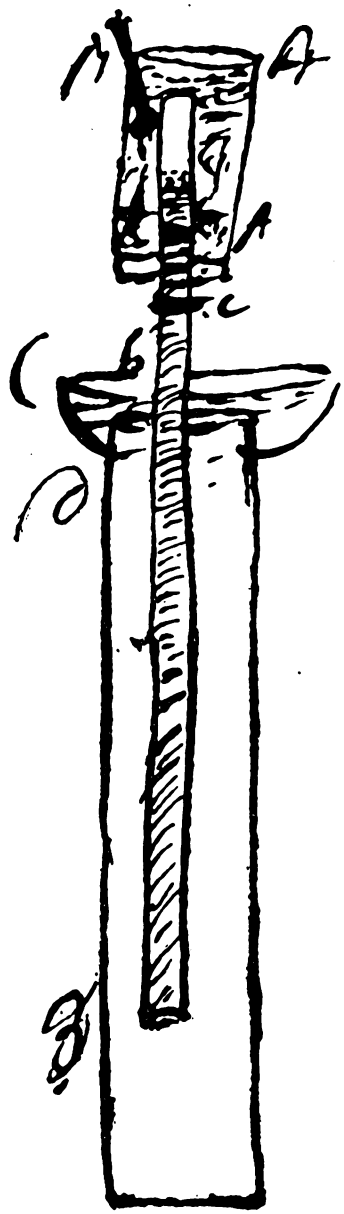
§. 90. Farò quì osservare, che per quelle sperienze con tal apparato, in cui ricercasi un calore sopra i 20. o i 25. gr. R. al qual segno appena ne' più caldi giorni d'estate arriva la temperatura naturale dell'aria, e in ogni caso, in cui si voglia cangiare l'attual temperatura, un assai comodo mezzo e spediente onde portare il calore nella camera torricelliana a quel grado che si desidera dal 0. R. ed anche se occorre, da 10. o 15. gr. sotto il 0. fino a 80. gradi, ed oltre, si è di congegnar le cose in modo, che essa camera sia circondata, e coperta da un bagno di acqua calda quanto si vuole, ovvero di un miscuglio di ghiaccio e sale, ove cerchinsi de' gradi di freddo sotto la congelazione, o finalmente di acqua salata, di olio, o di mercurio, quando si esiga un calore più forte di 80. gr. R. Or ecco il congegno ch'io adopero perchè detta camera torricelliana trovisi immersa nel bagno o freddo o caldo a diversi gradi. Tutta o quasi tutta quella porzione di tubo, che sopravanza la colonna di mercurio, è investita in un bicchiero di vetro *A B* (fig.) passando per un turacciolo di sughero, traforato, il qual serra bene sì contro il tubo, che contro il bicchiero, a perfetta tenuta. L'acqua, o altro liquore evaporabile introdotto nel tubo è in tale quantità, che dal punto *c*, ove termina la colonna di mercurio poco sotto il turacciolo di sughero, s'estende fino in *d* nel tubo tanto che arriva porzione di esso liquore, non che il suo vapore a concepire l'istesso calore del bagno esterno *A B*. Acciò poi nè s'abbassi per un calore forte più al disotto di esso bagno, nè s'innalzi scemando il calore fino a riempire tutta o quasi tutta la camera torricelliana, ma termini presso a poco sempre

(***) Si comporta pertanto lo sp. di v. alla temperatura di 62. in 63. gr. come l'etere a quella di 31. in 32.; onde può applicarsi a quello tutto ciò che si è detto nella nota (*) di questo.

(****) Così dunque anche l'acqua a 80. gr. R. si comporta come l'etere a 31. in 32. e lo sp. di v. a 62. in 63. cioè prende e mantiene lo stato di aura elastica sotto una pressione eguale all'ordinaria atmosferica: conforme alle altre sper. descritte (§. 65-68.): quindi è che tal temperatura e pressione vengono anche ad essere il limite ordinario della sua ebullizione come altrove si è già osservato (§. 63. e 80.).

Digitized by Google

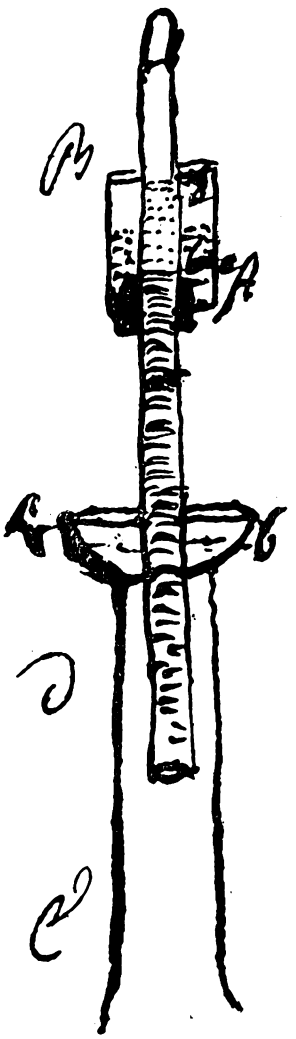
al medesimo punto, il liquore in *d*, e la colonna di mercurio in *c*, si fa pescare più o men profondamente e quanto bisogna il tubo nel pozzo di mercurio *C D E* il quale è fatto a tal fine di una tazza sufficientemente larga *C* con inserita sotto una lunga canna di ferro *D E*. In tal guisa osservando di quanto tiensi sollevato il mercurio nel tubo sopra il livello del pozzetto, quale cioè sia l'altezza della colonna *b c*, e confrontandola coll'altezza della colonna in un altro tubo torricelliano o Barometro il più perfetto, in cui sta sospeso puro e solo mercurio, e nella cui camera superiore evvi il maggior vuoto possibile, si conosce tosto di quanto il vapore elastico tiene nel tubo della sperienza depressa la colonna di mercurio, cioè qual sia la pressione che a quel grado di calore indicato dal bagno, forma il limite tra lo stato liquido, e lo stato d'aura elastica aeriforme, del fluido sottoposto all'esperienza. Trovasi p. e., che a 73. gr. R. l'altezza della colonna di mercurio *b c*, sopra cui galleggia un picciolo strato di acqua, è di 7. poll., mentre in un semplice e asciutto tubo torricelliano, o Barometro perfettissimo, sta il mercurio alto p. 28. Eguale a 28 — 7. cioè al peso di 21. poll. di mercurio è dunque la pressione che esercita quel poco d'acqua, che si è trasformata e tiensi nello stato elastico entro alla camera apparentemente vuota, contro la residua acqua, e la colonna di mercurio cui tiene depressa, e che preme altrettanto di sotto in su contro di lui.



Trovasi la colonna *b c* quando il calore del bagno è circa 64. gr. R., alta 14. poll. ossia 14. p. meno dell'intiera colonna barometrica: e pel calore di 50. gr. alta 22. poll., cioè circa 6. meno della colonna barometrica: e meno di questa 2. soli poll. cioè alta 26. alla temperatura di circa 32. gr.? Eguale al peso di 14. poll. di mercurio è nel primo caso, al peso di 6. poll. nel secondo, ed a quello di 2. nel terzo si è la *pressione* che esercita e soffre nel medesimo tempo il vapor elastico dell'acqua: e sì tali pressioni sono le massime ch'ei può sopportare a tali determinati gradi di calore senza disfarsi e condensarsi di nuovo in liquido, siccome d'altra parte son quelle, che possono

Digitized by Google

appena tener a freno l'acqua residua sicchè non passi essa pure allo stato di fluido elastico. Gli è così che per ciascun grado di calore avvi una determinata pressione, che formano assieme il limite della vaporizzazione, e per ciascuna pressione un determinato grado di calore; in guisa che trovandosi giusto le cose a questo termine (come appunto si truovano nel descritto mio apparato), un nulla quasi ci vuole tanto perchè formisi dell'altro vapore dalla porzione d'acqua rimasta liquida, quanto acciocchè una porzione del già formato si condensi di nuovo in acqua: succede cioè il primo per poco o che si accresca il calore del bagno, o che si scemi la pressione (il qual ultimo si fa innalzando il tubo, onde allungare la colonna *b c*): il secondo per poco che scemi il calore, o che cresca la pressione (e ottiensi questo coll'immergere più profondamente il tubo nel pozzo *C D E*).



§. 91. Consistendo l'ebullizione de' liquidi nella trasmutazione successiva delle loro parti in vapor elastico (§. 62 e segg.), ossia essendo quella un semplice fenomeno di cotesta produzione e comparsa del vapor aeriforme allorchè formandosi sotto la superficie, in seno al liquido medesimo, si solleva e scappa fuori in figura di grosse bolle; basterà dunque siccome basta alla produzione di nuovo vapore elastico dall'acqua, od altro liquore, che galleggi sopra la colonna di mercurio del nostro tubo (§. prec.); così pur anche a far entrare esso liquore in manifesta ebullizione, basterà, dico, o d'accrescere un pochetto il calore, o di sollevare di qualche pollice il tubo più fuori del pozzo, come quì sopra si è detto: e infatti avviene così, che il liquore prorompa in ebullizione o col solo tener applicato breve tempo un corpo alquanto più caldo, la mano p. e. al tubo in quel luogo ove trovasi esso liquore, e meglio un poco sotto la superficie di questo, acciò il vapor elastico sia più disposto a formarsi appunto entro alla massa di esso liquore, che alla sua superficie; o col solo innalzar il tubo più fuori del pozzo, massime se la colonnetta del liquore *c d* trovasi anche quì un po' più calda nella parte inferiore *c*, che nella superiore ed alla superficie *d*. Bello è il vedere per così poco comparire dietro ad alcune bollicelle d'aria, che si sviluppano alla prima, le tanto più grosse bolle del vapore, le quali trovando la larghezza del tubo troppo angusta si modellano a foggia di lunghe vesciche, e portano il liquore tutto gorgogliante

Digitized by Google

e spumoso su pel tubo assai alto. Per codeste particolari sperienze dell'ebullizione è però opportuno, fare scorrere il bicchiero *A B* più basso che nelle fig. prec., tantochè il bagno d'acqua più calda dell'atmosfera non involga tutta la camera superiore del tubo, e neppure tutta la colonnetta *b c* del liquore, ma stia alcune linee sotto *c*, come in quest'altra fig. [1], ovvero conviene levar via detto bicchiere quando vuolsi eccitar l'ebullizione semplicemente col calor della mano cc.

§. 92. Che se non succede talvolta col dolce calor della mano, o con un bagno pochi gradi più caldo dell'ambiente atmosferico, nè coll'innalzar di alcuni pollici il tubo delle nostre sperienze, l'aspettata ebullizione del liquore, abbenchè trovandosi questo al limite della sua liquidità, e in procinto di dar nuovo vapore (§. 88. e 90.) ne fornisca infatti proporzionatamente sì per cotal addizione di calore, che per siffatta diminuzion di pressione; se, dico, con tutto questo, e malgrado le attenzioni quì innanzi indicate, l'ebullizione alcune volte non riesce nè in un modo nè nell'altro, colpa ne è il trovarsi per avventura il liquore scevro affatto d'aria; della quale non può infatti non ispogliarsi stando lungamente nello spazio vuoto o quasi vuoto della camera torricelliana, e massime se ivi si è fatto già una o più volte bollire. In tale stato di privazione totale d'aria abbiam veduto già, e cercato di spiegare (§. 77. segg.) come l'acqua, lo spirito di vino, ed altri liquori sono sì renitenti all'ebullizione massime confinati in tubi stretti, così tenaci sono della forma liquida, che a fare che effettivamente bollano si richiede un calore di 10. 15. 20. gradi maggiore di quello, che sotto l'istessa pressione basterebbe a metterli in pieno bollore, entro vasi più larghi, o se contenesser un poco d'aria. Ecco dunque ciò, che anche nelle sperienze di cui si tratta impedisce fino a un certo segno l'ebullizione, che succeder dovrebbe, e fa, che il vapore si produca soltanto dalla superficie e non dal seno del liquore: la strettezza del tubo, in cui sta confinato il liquore, e il trovarsi questo spoglio di aria; infatti finchè ne contiene tanto che col calore applicato, e colla diminuita pressione possa svilupparsene qualche bolla, anche il vapor elastico sorge non dalla superficie sola, ma dall'interno del liquore, e con ciò vi produce la vera ebullizione, per poco che sia o tal aumento di calore, o tal diminuzione di pressione. Quando poi in difetto di aria che si sprigioni, ed apra il campo all'ebullizione del liquore entro al nostro tubo, egli vi si mostra renitente a dispetto del calore applicatogli anche di alcuni gradi maggiore di quello, che pur dovrebbe nelle circostanze dell'attual pressione bastare, si può ottenere tal ebullizione, repentina e più del solito impetuosa, scuotendo bene esso liquore nel tubo in guisa da rompere la continuità e immobilità della colonnetta e dar con ciò libero spazio alla formazion del vapore entro il liquido, come si è fatto osservare in fine del §. 78.

[1] *Vedasi la figura a pg. precedente.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

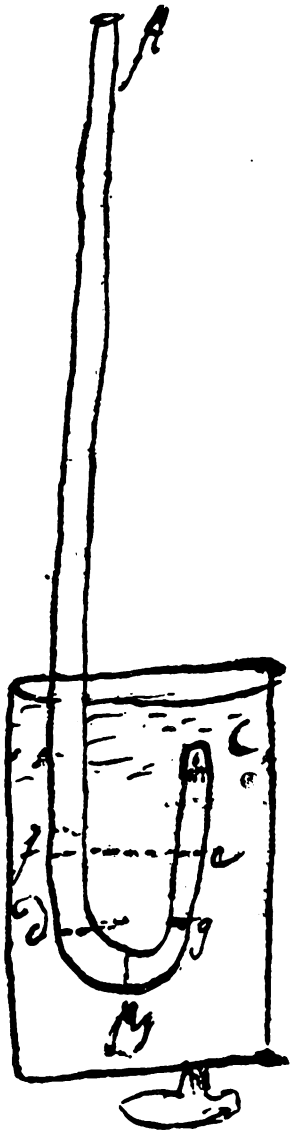
§. 93. Da tutte le quali cose si deduce infine, che se fisso e costante è il grado di calore con cui passa un dato liquore allo stato di aura elastica sotto una data pressione, non è sempre invariabile e costante il calore richiesto all'ebullizione, potendo questa (che è bensì effetto immediato di tale conversione del fluido liquido in fluido aeriforme; ma che esige la condizione, che detto vapor elastico si formi se non tutto, almeno buona parte, in seno alla massa liquida medesima) venir impedita da accidentali circostanze; che occorrono però assai di rado, e soltanto procurandole ad arte, quali sono la esaustione totale o quasi totale d'aria del liquore, e il trovarsi al dippiù confinato in tubo stretto ove difficilmente possano venire le sue parti nell'interno agitate.

§. 94. Quasi tutte le sperienze fin quì, segnatamente quelle registrate sotto il §. 89. ci hanno mostrato quanto minor calore basti a portare e mantenere allo stato aeriforme l'acqua, lo spirito di vino, l'etere a misura, che questi liquidi trovansi soggetti a minor pressione, e quale pressione appunto giunga il vapor elastico del primo, del secondo, e del terzo, a sostenere ed equilibrare a molti termini di calore dal 0. R. fino a quel grado che fa loro rispettivamente sopportare la pressione di tutta la colonna atmosferica eguale a quella di 28. poll. di mercurio, e che è quindi il termine ordinario della rispettiva ebullizione dei nominati liquidi. Qualcuna solamente di tali sperienze è passata più innanzi, fino a far esercitare e sostenere al vapor elastico dell'etere, e dello spirito di vino con qualche grado di calore dippiù una pressione eccedente alquanto quella dell'Atmosfera, cioè superiore di alcuni poll. ai detti 28. Ma non basta: conviene / fia pregio dell'opera portar le prove più avanti, fino ad una pressione doppia, tripla ecc. dell'ordinaria atmosferica: alle quali sperienze mi serve benissimo quest'altro semplice apparato.

§. 95. Consiste esso in un tubo ricurvo *A B C* contenente in cima al braccio corto *B C*, il quale è chiuso ermeticamente, un pochetto del liquore, che si vuol sottoporre alle prove, e ripieno il resto di tal corto braccio e secondo occorre una parte ancora del braccio *B A* lungo ed aperto, di mercurio. A procedere nelle sperienze con accuratezza, si faccia la prima con tanto mercurio solamente, che riempia poco più del braccio *C B*, arrivando alcune linee solamente al di là della curvatura *B* p. e. fino a *d*. Così preparato il tubo s'immerga fino al di sopra del braccio corto (come rappresenta la figura) in un bagno d'acqua, o d'olio il quale si farà riscaldare fino a che, trasformandosi in vapore elastico porzione di quel liquore confinato alla cima *C*, deprima in codesto braccio corto il mercurio, e lo innalzi nel lungo, tanto da portarlo in ambedue al livello, supponiamo in *f e*. Or quando le cose sono ridotte a questo punto, egli è pur evidente, che il vapore, il qual occupa la camera *C e* sostiene nè più nè meno dell'attual pressione dell'at-

Digitized by Google

mosfera, equilibrandosi giustamente con essa. Osservando pertanto qual sia il grado di calore a ciò richiesto, si conchiude essere il medesimo quello appunto che basta a trasformare sotto detta pressione dell'atmosfera, in fluido elastico quel tal liquore della prova, ed a portarlo quindi all'ebullizione in vaso aperto: come infatti si truova, che per l'acqua il calore, che ne converte tanto in vapor elastico da ridurre il mercurio all'indicato livello *f e* ne' due bracci è di 80. gr. R., per l'alcool 61. gr. circa, per l'ottimo etere vitriolico circa 31. gr., coerentemente a tutte le altre osservazioni e sperienze (§. 64. 68. 89. ec.).



§. 96. Ciò ben fissato si passa alle altre sperienze, con cui si cerca di determinare quanti gradi di calore dippiù siano richiesti alla stessa vaporizzazione di questo o di quel liquido, sotto una pressione quanto si voglia più grande dell'Atmosfera; e basta per ciò infondere secondo occorre dell'altro mercurio nel lungo braccio *A B*: con che venendo in appresso mercè il conveniente grado di caldo, il vapore a deprimere il mercurio nel braccio corto, e ad occupare di questo la parte *C e* od anche un tratto maggiore fino e. gr. in *g* il mercurio nell'altro braccio lungo troverassi sorpassare un tal livello secondo la quantità che vi se n'è aggiunta. Misurando dunque di quanti pollici è più alto il mercurio nel lungo braccio *A B*, che nel corto *C B*, in cui $\frac{\text{mantiensi}}{\text{sostiensi}}$ il vapore, altrettanto sarà il sopraccarico, ossia l'aggiunta alla pressione dell'Atmosfera: sono e. g. 7. pollici? Dunque il vapore sostiene un quarto dippiù del peso dell'Atmosfera supposta equivalente a 28. poll. di mercurio: sono 14. 21. 28. pollici? dunque il vapore equilibra un'Atmosfera e ½, un'Atmosf. e ¾; due Atmosfere: e così del resto. Or altro non si ricerca che di notare appuntino con un buon termometro immerso nel bagno assieme al tubo, il grado di calore corrispondente a ciascuna delle indicate prove.

Scelgo questi esempj di 7. 14. 21. 28. pollici di pressione aggiunta all'ordinaria atmosferica, per meglio porre sott'occhio quali a ciascun termine di questa semplice progressione aritmetica corrispondano gradi di calore, e come sieguano es. gr. piuttosto una progressione geometrica. Or ecco i risultati che mi han dato le mie prove.

Digitized by Google

§. 97. Per far sostenere al vapore elastico oltre la pressione dell'Atmosfera = 28. poll. circa altri 7. vi vollero circa ..... gr. 5 $^1/_4$
Per altri 7 poll. ..... » 4 $^1/_2$
Per altri 7. ..... » 3 $^3/_4$
Per altri 7. ..... » 3.
} circa

In tutto per l'aggiunto peso di 28. poll. di mercurio gr. 16 $^1/_4$ dippiù di quel calore, che formava il vapor elastico e lo mettea in equilibrio colla pressione sola dell'Atmosfera = a 28. poll. essa pure.

Equilibrata così la pressione di due Atmosf. ossia di 56. poll. se venivo ad accrescere ulteriormente il calore come quì innanzi di gr. 5 $^1/_4$ circa, poi di altri 4 $^1/_2$ circa, poi 3 $^3/_4$, poi 3. in tutto gr. 16 $^1/_4$, a ciascuno di questi aumenti di calore corrispondeva un aumento di pressione, cui il vapore potea sostenere, doppio degli aumenti precedenti, cioè eguale non più a 7. ma a 14. pollici ogni volta; cosicchè dove que' primi 16 $^1/_4$ gr. circa di calore avean dato 28. poll. questi altri 16. gr. davano poll. 56: e vale a dire che per 32. gradi di calore in tutto al dippiù di quello che forma tal quantità di vapore e di tal elasticità, che basta a sostenere la pressione ordinaria dell'Atmosfera, viene a formarsene tanto dippiù, e ad acquistare tanto maggior forza da equilibrare la pressione di ben 4. Atmosfere.

§. 98. Progredendo così in progressione dupla le pressioni che corrispondono ad aumenti di calore sempre eguali a 16. gr. circa, viene che coll'eccesso di 80. gradi sostener possa il vapore invece della pressione di un'Atmosfera sola quella di 32. Atmosf. Epperò una quantità di calore eguale a quella, che partendo dal limite della natural congelazione porta l'acqua al limite dell'ebullizione sotto la pressione ordinaria dell'Atmosfera, ossia la trasforma in vapor elastico $\begin{matrix}\text{che equilibra}\\ \text{e fa che equilibri}\end{matrix}$ tal pressione, una quantità dico di calore, eguale a quella che, partendo da 0. R. bilancia appena un'Atmosfera, partendo ora da questo punto cioè da 80. gr. e arrivando a 160. bilancia una pressione = 31. Atmosfere. Invero queste sperienze al di là della pressione di 4. Atmosfere non le ho fatte, nè conto di farle, riuscendo troppo imbarazzanti e difficili. Altronde non sono necessarie, se può avverarsi il calcolo della quì indicata progressione delle pressioni in ragion dupla ascendendo di 16. in 16. gradi di calore, mercè col riscontro della medesima inversa cioè di una ragione subdupla discendendo parimenti di 16. in 16. gradi. Ora le sperienze da me fatte in quest'altra maniera tanto colla Macchina pneumatica (§. 80. e segg.) quanto coi tubi torricelliani ed apparato descritto al §. 88. e segg. convengono col calcolo a meraviglia.

§. 99. Infatti se a 16. gr. circa o 16 $^1/_2$ di calore sopra il punto dell'ordinaria ebullizione corrisponde una pressione di 28. in 30. pollici, che il va-

Digitized by Google

pore può sopportare dippiù (§. 97.); a 16. gradi o 16 ½ sotto tal punto corrispondono 14. in 15. pollici, che può sostenere di meno; ad altri 16. gr. più sotto da 7 ½ poll., ad altri 16. gr. poll. 3 ¾. Così l'acqua, che a 80. gradi volgesi in vapore e sostiene la pressione ordinaria dell'Atmosfera = 28. poll. e che a gr. 80 + 16. in 17. cioè 96. sostiene altri 28. in 30. poll., come ora si è detto e mostrato ne' prec. §§., a gr. 80 — 16., cioè 64. circa, non sostiene più che 13. poll., a gr. 64 — 16., cioè 48. 5 ½ poll., a gr. 48 — 16. cioè 32. poll. 1 ¾ circa, come può rilevarsi consultanto la tavola del §. 89.

§. 100. È degno di particolar riflesso quello, che già si è indicato, cioè che l'istessa progressione geometrica negli aumenti di pressione che il vapore è valevole a sostenere, per eguali aumenti di calore, per aumenti che vanno in progressione semplice aritmetica, ha luogo come per l'acqua così per lo spir. di vin. e per l'etere; in guisa che partendo da quella temperatura, che li trasforma nel rispettivo vapore e in tale stato li mantiene sotto la pressione dell'Atmosfera eguale a 28. poll. circa di mercurio, partendo e. gr. da 62. gr. per lo sp. di v. e da 31. per l'etere, 16. in 17. gradi dippiù accrescono tanto la quantità e forza del vapore di ciascuno da fargli sostenere altri 28. o 30. poll.; 16. in 17. gr. meno ne lo diminuiscono a segno di poter sostenere soltanto una pressione 14. o 15. poll. minore; altri 16. o 17. gr. meno, una minore ancora di 7. o 7 ½ poll. ecc.: seguendo il qual computo l'etere, alla temperatura di 0. R. oppur di 2. o 3. gradi più bassa, mantiene lo stato aeriforme sotto la pressione di circa 6. poll. eguale a quella cui sostiene il vapor dello sp. di v. a 29. o 30. gr.; e l'acqua a 47. gr. circa, cioè ciascuno di tai liquidi 32. a 34. gradi sotto il punto della rispettiva ebullizione, ossia vaporizzazione sotto l'ordinaria pressione dell'Atmosf. = a 28. poll. di mercurio (v. la tavola del §. 89.). Una sì perfetta corrispondenza tra questi tre liquidi tanto diversi nel grado di evaporabilità di cui son dotati, fa credere con fondamento che lo stesso abbia luogo in tutti i liquidi riguardo a' quali basterà per conseguenza determinare la rispettiva temperatura a cui bollono, ossia volgonsi in vapor elastico sotto una data pressione, sotto quella es. gr. di 28. poll., e partire da tal punto fisso per calcolare, non altrimenti che si è mostrato come per l'acqua, per lo sp. di v. e per l'etere, qual maggiore o minor pressione sarà atto a sostenere il vapore di ciascuno, per tanti gradi di calore dippiù o di meno, ritenendo per legge, che tutti sì al disopra, che al disotto di detto punto, ossia rispettiva temperatura fondamentale, camminan di paro.

§. 101. Un'altra cosa, che merita osservazione si è, la suddetta progressione geometrica nel scemare della copia ed elasticità del vapore in ragion subdupla per decrementi di calore sempre eguali cioè di 16 ½ in 16 ½, la qual si osserva per tutti i fluidi, comincia a sfalsare giunto che si sia ad una temperatura, che non dista molto da quella a cui il fluido si condensa in

Digitized by Google

solido, ossia gela; e tanto più, quanto a tal termine più ci avviciniamo. Così per l'acqua comincia a non aver più luogo sotto i 30. gradi: a riuscire cioè minore la quantità e forza del suo vapore, di quello esser dovrebbe seguendo la stessa progressione. Infatti togliendo per i primi gr. 16 ½ sotto gli 80. 15. poll. dalla pressione = 28. che il vapor acqueo potea sostenere; poi 7 ½ poll. per altri gr. 16 ½; poi 3 ¾ poll. per altri gr. 16 ½: con che è ridotta alla temperatura di gr. 30 ½ a sostenere lin. 21. circa: il suddetto calcolo si accorda perfettamente coll'esper.: ma non così dai gr. 30 ½ discendendo ai 14. alla qual temperatura il vapore potendo equilibrare tuttavia 6. in 7. lin. di pressione e raffreddato fino a 0., fino a 2. o 3. gradi sotto zero, ancora una lin. e mezza, si vede, che la diminuzione che ne nasce, la quale, seguendo l'anzidetta proporzione esser dovrebbe di lin. 22 ½, e quindi non rimaner più alcuna forza al vapore e disfarsi esso intieramente, è considerabilmente minore, cioè di 14. in 15. lin. solamente; cioè non la metà, ma appena una terza parte della diminuzione portata dalla precedente perdita di egual dose di calore: e che finalmente ad una quarta parte circa di quest'ultima diminuzione di pressione cioè a lin. circa... [1] è eguale quella che soffre il vapore colla perdita dei residui 14. o 15. gr. di calore, oppur di 16 ½ parimenti, venendo la temperatura a 0., e fino a 2. o 3. gradi sotto; giacchè anche a questa temperatura sostiene esso vapore acqueo circa 2. lin. di pressione. Adunque partendo da 0. o meglio da gr. 2. sotto tal punto, alla qual temperatura esiste già tanto vapore da sostenere una pressione eguale a circa 2. lin. di mercurio, 16. in 17. gradi di calore aggiunto accrescono tanto esso vapore e la sua forza da equilibrare altre 4. lin.: altri 16. in 17. gradi valgono per altre 15. lin., altri gr. 16. in 17. per 45. lin. ossia poll. 3 ¾, poi di 16. in 16. gradi circa, sempre il doppio, cioè poll. 7 ½ indi poll. 15. 30. 60.

§. 102. Ma quale può esser mai la ragione, per cui, i primi 16. gr. di calore sopra la congelazione, ed anche i secondi diano in proporzione così poco vapore acqueo? Non altra io credo, che l'attrazion mutua delle molecole dell'acqua, la quale in opposizione alla forza espandente del calore ritiene esse particelle per quanto può nello stato di aggregazione liquida, e richiama il vapore medesimo: attrazione tanto più efficace, quanto la temperatura è più vicina a quella che determina la congelazione del liquido, ossia il ritorno suo allo stato di aggregazion solida. A tali temperature poco superiori al punto della fusione, a 16. 20. 21. gr. si può credere che non sia la fluidità dell'acqua tuttavia perfetta, che ritenga questa ancora qualche viscidità, la quale finalmente sia nulla, o quasi nulla in maniera che abbia

[1] *In H 43 una correzione non permette di leggere il numero delle linee; in H 44 leggesi:* « 4 ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

luogo la liquidità perfetta sol verso i 30. gradi; però è che sopra tale temperatura la forza vaporizzante del calore ottiene tutto il suo effetto, e va sempre regolarmente nella progressione geometrica sopra indicata (§. 97. e segg.); laddove nelle temperature inferiori a 30. gradi, una parte di tal forza vaporizzante viene elisa dalla viscidità, dalla forza attrattiva delle molecole del corpo, non perfettamente liquido tendente a ritenerlo o a portarlo allo stato di aggregazione.

§. 103. Dalle sperienze fin quì riportate è facile raccogliere:

1° Che a tutti i gradi di temperatura sopra quello che basta a sciogliere l'aggregazione solida di un corpo, ed a cominciarne, non che a compierne la fusione, può questo passare allo stato di fluido elastico aeriforme, e vi passa diffatti, ove si tolga o si diminuisca fino a un certo segno la pressione che sopporta. L'acqua per es. che appena è fluida alla temperatura di 0. R. e che a 2. o 3. gradi sotto può a stento mantener tale fluidità, cioè a condizione soltanto di rimanere quietissima ( ), l'acqua, sì, con quel calore che appena appena basta a ritenerla anche in tal circostanza dal passare allo stato di concrezione solida, cui tende per l'attrazion mutua, ossia forza aggregativa delle sue particelle, trasformasi pur anco ove niuna pressione osti, in vapor elastico fino al segno che o dal vapore medesimo che non abbia esito, o altronde venga a sopportare una pressione eguale a 2. lin. circa di mercurio: ciò dico, alla temperatura di 0. R. ed anche di 2. o 3. gradi sotto, come si è veduto.

2° Che dunque lo stato o forma liquida per l'acqua, e lo stesso dicasi per ogni altro corpo, è un semplice limite tra l'aggregazione solida, e l'aggregazione aeriforme, nel quale stato o forma liquida non troverebbesi mai, o nel passaggio solamente dall'uno all'altro degli altri due stati, e ad un dato preciso grado di temperatura, se tolta fosse ogni e qualunque pressione; è insomma uno stato forzato, in cui vien ritenuta da una pressione che supera la forza espandente e vaporizzante del calore in quella tal temperatura; la qual forza è per sè già sufficiente, e più che sufficiente, quando giunge esso calore al grado di tener fuso il ghiaccio, od altro corpo qualunque, a volgerlo effettivamente in vapor elastico, ove contrastato non venga da una pressione relativamente troppo grande.

3° Che per conseguenza se tolta fosse la pressione dell'Atmosfera, distrutta l'aria circondante la Terra, l'acqua del nostro globo terracqueo, a qualunque temperatura calda o fredda, sol che non fosse rappresa in ghiaccio, convertirebbesi in vapore aeriforme, e diffonderebbesi ampiamente ritenuta però sempre intorno al globo in forma d'atmosfera dalla propria gravità, in virtù della quale troverebbersi compressi gli strati inferiori di cotesto vapore, dai superiori, come ora è dell'aria; così la pressione medesima porrebbe un limite all'ulterior vaporizzazione dell'acqua, quando giungesse ad equilibrare la forza vaporizzante dell'attual temperatura.

Digitized by Google

4° Che alcuni liquori, come gli olj essenziali, e gli eteri, anche sotto la pressione ordinaria e alla temperatura dell'Atmosfera in estate, sono vicini a non poter sussistere in forma liquida, e a dover prendere l'abito aereo: l'etere vitriolico infatti il quale a 25. gradi R. si vaporizza sotto la pressione eguale a 22. in 23. poll. di mercurio, non potrebbe con questo calore, ed anche con uno minore di alcuni gradi ottenersi in forma liquida sopra le alte montagne, ove il Barometro sta più basso dei d.i 22. o 23. poll.

5° Che sebbene altri liquidi, come l'acido vitriolico concentrato, gli olj grassi, il mercurio, che son pur tutti corpi tenuti in fusione dal calore, abbian bisogno per bollire, e per trasformarsi in aura elastica sotto l'intiera pressione dell'Atmosfera, ed anche diminuita questa di molto, di forte calore, e che eccede di gran lunga, cioè di 100., 200. e più gradi, la temperatura della più calda estate; nel vacuo però, o dove non rimanga più che una pressione pressochè insensibile si vaporizzano anch'essi qualunque sia la temperatura dell'Atmosfera: sol che basti a impedirne la congelazione di maniera che è sol diversa la quantità e la forza del vapor elastico che si forma da' diversi liquidi, diversa insomma la pressione che questo o quel vapore può sostenere per una data temperatura: p. e. dove a quella di 10. gr. del Term. R. il vapor dell'etere vitriolico sostiene ben 10. in 11. poll. di mercurio, il vapore dell'alcool poll. 1 ½ circa, quello dell'acqua da 4. a 5. linee (§. 89.); il vapore degli olj grassi, del mercurio ec. non sostiene che qualche frazione di linea; ma infine rimane sempre vero, che nel vuoto perfetto non v'è nè olio grasso, nè mercurio, nè altro liquore, per poco volatile ed evaporabile che sembri, che ad assumere non venga la forma di aura elastica.

7° [1] Che se mantengonsi i corpi fusi nello stato liquido per una estensione di molti gradi, cioè l'etere fino ai 30. o 31. gr. R. l'alcool fino ai 60. circa l'acqua fino agli 80. ec. ciò è effetto della pressione dell'Atmosfera.

§. 104. Abbastanza trattenuti ci siamo intorno alla vaporizzazione de' liquidi per varj gradi di calore, ne' spazj vuoti d'aria. Or passiamo a considerare ciò che accade ai liquidi medesimi, e particolarmente all'acqua a diverse temperature ne' spazj occupati dall'aria. A tutto comprender in due parole: dirò, che anche dove è aria di qualsisia densità, si forma per gli stessi gradi di calore l'istessa quantità di vapor elastico, e dell'istessa forza, come se aria non vi fosse, come se lo spazio si trovasse vuoto.

§. 105 [2]. Abbiam veduto, per recare solamente alcuni esempi, che introdotta dell'acqua in uno spazio vuoto d'aria, una porzione se ne vaporizza

---

[1] *Quanto è contenuto in questo capo 7° compare in H 44 dopo il capo 2°.* [*Nota d. Comm.*].

[2] *L'indicazione di « §. 105 » manca in H 43, mentre appare invece in H 44: più oltre H 44 presenta, in confronto di H 43, delle variazioni nella enumerazione dei paragrafi.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

corrispondentemente al grado della temperatura, a 10. gr. cioè tanto da equilibrare la pressione di 4. in 5. lin. di mercurio, a 20. gr. tanto da equilibrare 9. in 10. lin., a 24. gr. un pollice, a 30. gr. un poll. e 8. lin. ec. (vegg. la tavola al §. 89.). Or bene, altrettanto per gl'istessi gradi di calore s'aggiunge di pressione ossia di forza espansiva al dippiù di quella che già esercita l'aria perfettamente secca confinata in un recipiente, ove s'introduca dell'acqua.

Facciansi le prove (coll'apparato descritto §. 90.) in due tubi torricelliani uno purgatissimo d'aria e di vapore, l'altro contenente nella camera superiore niente di vapore, ma abbastanza d'aria da tener depresso il mercurio 21. poll. epperò di un quarto solamente men densa dell'esterna. Introdotte nell'uno e nell'altro alcune goccie d'acqua, che tanto basta, vedrem deprimersi sì l'una che l'altra colonna di mercurio di egual numero di pollici e linee sotto il punto dianzi segnato, per eguali gradi di calore; ambedue es. gr. di circa 1. poll. col bagno caldo 24. gradi, di 2. poll. a gr. 32.; di 6. poll. a gr. 50. circa ec. (Tav. cit.). Per le sperienze coll'aria di densità eguale, ed anche un poco maggiore dell'ambiente esterno si può servirsi di quest'altro semplice apparato.

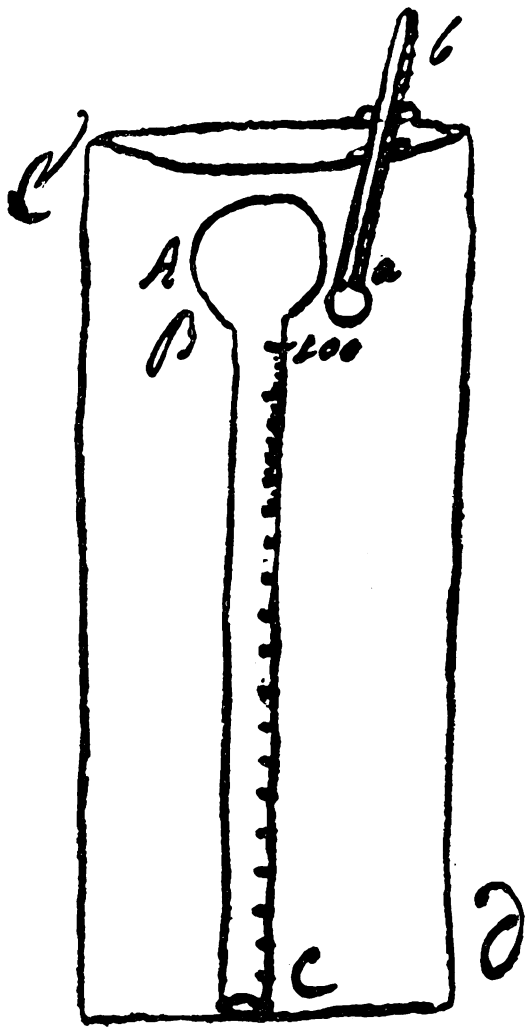
A B C è una specie di Termometro debbrelliano [1] fatto d'un lungo tubo *C* di vetro ricurvo in *B*, terminante in un capace bulbo *A*, e all'altra estremità *C* aperto. La tenuta del bulbo con una picciola porzione del tubo fino in *d* posta eguale a 100., il resto del tubo fino alla curvatura è diviso e graduato in tante centesime. Fatta bollire sufficiente quantità di mercurio in esso bulbo e tubo per espellerne ogni umido aderente, si rivolge, e inclinandolo vi si lascia entrare tanta aria, che occupi giusto la camera *A d* ridotta essa aria alla temperatura del ghiaccio, e a sopportare nè più nè meno della pressione atmosferica; si ottiene facilmente questo con ridurre il mercurio nell'altro braccio *B C* all'istesso livello; e la temperatura, che si vuole immergendolo in un bagno che arrivi a coprire tutto il bulbo, come nella campana di cristallo *D E* piena d'acqua, che per la prima sperienza si rende ghiacciata.

Or dunque fissato bene il volume dell'aria, confinata per tale temperatura del ghiaccio, e sotto la pressione dell'Atmosfera e se piace anche sotto una più grande (il che agevolmente può farsi alzando il mercurio nel braccio *B C* di quanti pollici si vuole sopra il livello *d* dell'altro braccio), si sostituisca alla fredda acqua calda, es. gr. 32. gr. R. e si osservi quanto quell'aria si dilati, ossia cresca di volume per tal calore: crescerà da 100. a 115. scarsi. Notato questo s'infonda nuovo mercurio nel braccio *B C*, tanto che per l'aggiunta pressione si ristringa quell'aria al volume di prima = 100., e si noti quanto per ciò si è dovuto innalzare il mercurio in detto braccio *B C* sopra il primo livello: si troverà, che è di 4. poll. lin. 2 ⅓. Tutto ciò ben osservato

[1] *Vedasi la figura a pg.* 504. *In H* 43, *insieme alla figura sopracitata, trovasi anche quella riprodotta a pg.* 503. [*Nota della Comm.*.]

Digitized by Google

e notato si ripeta l'una e l'altra prova dopo aver lasciato entrare un poco d'acqua nella camera *A d*, e apparirà la dilatazione dell'aria molto maggiore, cioè crescerà il volume del fluido aeriforme, da 100. a $123\frac{1}{3}$ [1] circa, in-



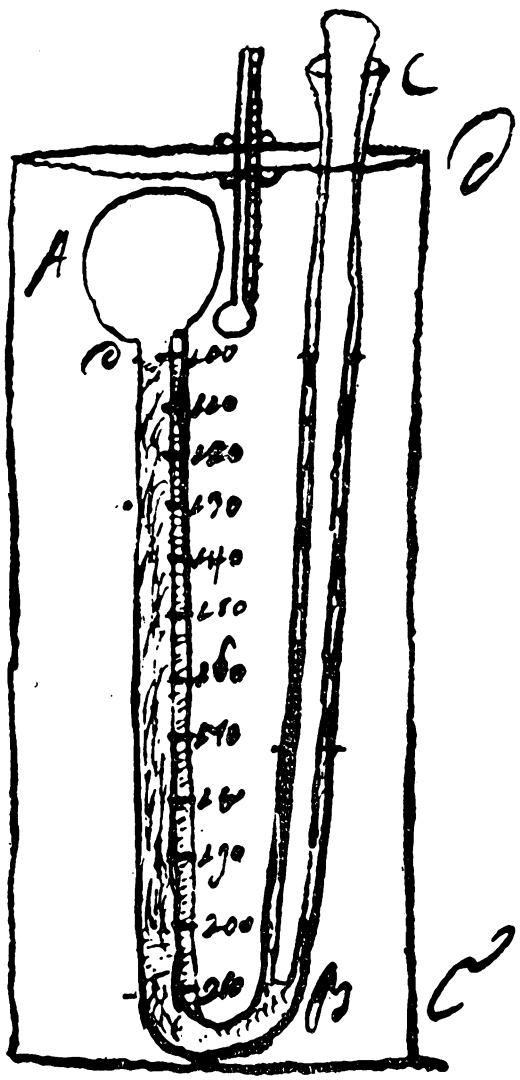
vece dei 115. a cui era giunto nella sperienza precedente. Così poi per ridurlo di nuovo a 100. sussistendo sempre il calore di 32. gradi R. converrà innalzare il mercurio nel braccio *B C* oltre i 4. poll. lin. 2 ⅓ sopra il primo livello della sper. precedente, altri 2. pollici.

Or egli è pur chiaro, che tutto questo dippiù di espansione, che si osserva nel corpo aeriforme confinato in queste seconde sperienze in cui vi

[1] *In H* 44 *leggesi più chiaramente che non in H* 43: « 123 ⅓ ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

è dell'acqua nella camera a confronto delle prime in cui punto non ve n'era, e tutta quella maggior pressione, che si trova ora capace di bilanciare, effetti sono del vapor acqueo aeriforme, che da quel grado di calore (32. R.) si produce e aggiunge il suo al volume dell'aria; e tanto appunto aggiunge con tal volume e massa sua propria di pressione ossia forza espansiva, quanto



ne produce a dirittura per la stessa temperatura di 32. gradi in uno spazio o di aria diradata, o sgombro affatto d'aria, cui occupi esso vapor solo. Infatti gli è una pressione di 2. poll. di mercurio, nè più nè meno, che bilancia esso vapore alla detta temperatura di 32. gr. anche negli spazj vuoti d'aria, o contenenti aria sommamente diradata, come ci hanno mostrato le sperienze colla macchina pneumatica, e co' tubi torricelliani. Il vapore adunque si pro-

Digitized by Google

duce nella stessa maniera secondo il grado di calore, indipendentemente dall'aria, egli fa cosa da sè, sussiste nella sua intiera quantità, ci sia o non ci sia aria, densa o rara nello spazio da lui occupato.

§. 106. Le sperienze, come si vede, possono variarsi quanto si vuole nell'apparato descritto, per tutti cioè i gradi di temperatura dal limite del ghiaccio fino al punto dell'acqua bollente (ed anche sopra sostituendo a quello d'acqua un bagno d'olio, che è suscettibile di un calore molto superiore agli 80. gradi); e il successo è sempre corrispondente. Adduciamone uno o due altri esempj. A temperature di 50. gr. R. abbiam veduto, che l'acqua bolle sotto la campana pneumatica, in cui siasi rarefatta l'aria a segno, che la residua pressione equivalga a 6. pollici circa di mercurio; il vapor acqueo bilanciasi dunque con tal pressione: il che si mostra anche meglio introducendo un poco di acqua nella camera perfettamente vuota di un tubo torricelliano; giacchè portando il calore di essa camera allo stesso grado 50. (coll'apparato §. 90.) si deprime il mercurio 6. pollici incirca. Ebbene in quest'altre sperienze, dove avvi aria di densità naturale nella camera *A d* (fig. prec.) ossia compressa da tutto il peso dell'Atmosfera, e abbastanza di acqua per fornire tutto il vapore che bisogna, al qual uopo poca ne basta, si forma parimenti per 10. gradi di calore, e tien luogo assieme all'aria, tanto vapore, che il volume di ambedue si estende oltre il termine di 124. circa, cui giungerebbe l'aria sola, a ben 150. o 151., e che a costringerli tutt'insieme nello spazio, che occuperebbe detta aria sola a detto grado di calore vi vuole la pressione similmente di 6. poll. di mercurio, aggiunti al braccio *B C*. Così se portisi il calore del bagno fino a 64. gradi, il vapore misto all'aria farà che il volume tutt'insieme arrivi al doppio di quello che acquisterebbe l'aria sola, cioè a circa 260. invece di 130. e bilancerà per la sua parte sola nulla meno di 14. poll. di mercurio, quanti appunto è la pressione che bilancia esso vapor acqueo, in uno spazio sgombro affatto d'aria, come ci hanno insegnato le altre sperienze coi tubi torricelliani (§. 88-91.).

§. 107 [1]. Queste, e altre simili sperienze concorrono tutte a comprovare, che la sua forza espansiva non è ne' suoi effetti nè maggiore nè minore, ma la stessa, bilancia cioè la medesima pressione, o sia solo esso vapore ad occupare un dato spazio, o siavi in compagnia di più o meno di aria, che bilanci e sostenga, a norma della sua densità ed elasticità propria, qualunque ulterior pressione. Avvi però questa notabile differenza, che dove non c'è

[1] *In H* 44 *il corrispondente paragrafo presenta in più il seguente periodo*: « Farò qui osservare che con questo costringersi la massa unita d'aria, e di vapore in minor volume per accresciuta pressione esso vapor non lascia di distruggersi in parte ossia condensarsi in acqua: ma che quella porzione soltanto subisce tal sorte che eccede la dose proporzionata allo spazio che rimane, ossia eccede la densità e forza premente che esso vapor può avere nella data temperatura ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

aria, dove lo spazio non sia occupato e mantenuto da un fluido elastico permanente il vapore, elastico bensì anch'esso, ma non dotato di un'elasticità cedevole, non può sussistere solo sotto una pressione, che ecceda anche di poco quella ch'ei giunge a bilanciare: non può e. g. il vapor acqueo in un tubo torricelliano purgato d'aria sostenere alle temperature già sopra notate di 16. 24. 32. 50. 64. gradi R. nè tutto il peso dell'Atmosfera nè più delle indicate rispettive pressioni cioè mezzo poll., 1. 2. 6. 14. 21. pollici di mercurio, di maniera che, venendo queste a crescere al di là di tai limiti senza che cresca corrispondentemente il calore, perde il vapore tutto quanto la sua forma elastica condensandosi in liquido, e tutto lo spazio già da lui occupato vien ora riempiuto dalla colonna, che sale. A fare allora, che si produca di nuovo il vapore, e ripigli mole e forma elastica, conviene accrescere il calore fino a quel segno, che sostener possa esso vapore l'attual pressione, fino a 73. in 74. gradi ove cotesta pressione sia eguale a 21. poll. di mercurio; fino a 80. od 81. gr. sendo la pressione eguale a 28. poll. o poco più; come l'ordinaria dell'Atmosfera. Con tal calore valevole a fargli superare o bilanciare almeno la pressione che aggrava il liquido, apre il vapore a sè stesso la strada e si fa spazio entro al liquido medesimo (nel che consiste l'ebullizione come si è veduto), e sopra del liquido, e mantiensi nel conveniente volume e stato aeriforme: ma se o scemi il calore, o cresca la pressione oltre i limiti segnati, non può più il vapore che è elastico ma non permanente, mantenere lo spazio occupato da lui solo e molto meno procurarsene uno; non può in una parola nè formarsi nè sussistere vapore, dove non vi sia dell'aria, che gli faccia luogo nello spazio occupato e mantenuto dalla medesima, come sopra si è detto.

Quest'aria siccome permanentemente elastica si riduce bensì a volume sempre minore in ragione che viene più premuta; ma ritiene costante la sua forma di aria, ed occupa sempre sotto tal forma ed abito elastico uno spazio tanto più picciolo quanto più è premuta, e resa più densa; ma uno spazio alla fine.

Ora in questo spazio, se mantenuto dall'aria, si dà luogo al vapore di formarsi, e di sussistere, nè essa aria il contrasta. E sì vi se ne forma e mantiene tanto, per ciascun grado di temperatura, quanto se quello stesso spazio si trovasse vuoto di aria, come abbiamo mostrato (104. seg.). La differenza è sol questa, come si è detto, che nel caso che non vi fosse aria, un tale campo libero, ossia spazio ove stanziare, il vapore non manterrebbesi più contro una pressione maggiore di quella che il vapore medesimo può da sè solo bilanciare; e quindi neppur il vapore sussisterebbe; laddove essendovi un corpo d'aria di forma indestruttibile da qualunque pressione, il luogo per la corrispondente quantità di vapore v'è sempre, corrispondente, dico, al grado di calore, che è quello solo che determina cotale quantità e forza del vapore.

Digitized by Google

§. 108. Serve dunque l'aria alla formazione e sostentamento del vapore quando per la troppa pressione relativamente al grado di calore, non potrebbe il vapore aprirsi altrimenti la strada e fare piazza a sè stesso, quando il calore è inferiore al grado richiesto per l'ebullizione sotto tal pressione; ma serve solo indirettamente, in quanto dà essa aria il luogo, ossia lo spazio: del resto anzichè promover realmente tal vaporizzazione, non può a meno di opporvi per l'impenetrabilità delle sue parti qualche ostacolo; ma così picciolo, che diviene insensibile, essendo sì essa aria che il vapore fluidi cotanto discreti, cioè formati da molecole sì distanti una dall'altra rispettivamente alla loro mole, che stanziar possono senza notabile impedimento, e scorrere liberi ambedue nel medesimo spazio.

§ 109. Qualora pertanto veggiam che sussiste un volume aeriforme e tiene contro una pressione, maggiore di quella che può bilanciare il vapore coll'attual temperatura, siam certi, che tal volume non è formato di puro vapor condensabile, ma che vi entra dell'aria atmosferica, od altro *gas*, ossia fluido elastico permanente; e sì possiamo calcolare nel caso che vi sia tutto il vapore che vi può e deve essere, nel caso che non ne manchi la stoffa, voglio dire che vi sia acqua quanto basta, calcolare possiamo in qual proporzione vi si truova tal aria, o gas, di quale densità e forza, ossia a quante unità tal pressione corrisponda. Se e. g. il calore non oltrepassando 80. gradi la pressione sia $\frac{1}{4}$ dippiù della pressione dell'atmosfera, eguale quindi in tutto a poll. 35. di mercurio, sapendo dalle altre sperienze, che a detti 80. gradi di calore, il vapore giunge soltanto a bilanciare la pressione di un'Atmosfera = a 28. poll., conchiuderò, che alla pressione degli altri 7. fa equilibrio dell'aria di corrispondente densità, cioè quattro volte men densa dell'esterna. Se a 73. gradi circa, per il qual calore il vapore dell'acqua può sostenere al più $\frac{3}{4}$ di Atmosfera, ossia 21. poll. il corpo aeriforme di cui si tratta regge una pressione di 25. poll., la proporzione dell'aria al vapore rapporto alle rispettive pressioni sarà di 4. a 21., e la densità della medesima alla densità dell'aria esterna come 4. a 28., cioè sette volte più rara. A 64. gradi potendo il vapore sostenere nulla più di $\frac{1}{2}$ Atmosfera, ossia di una pressione = a 14. poll. di merc. se osservisi sussistere il volume aeriforme sotto la pressione dell'intiera Atmosfera, sarà chiaro, che l'altra metà, gli altri 14. poll. sono equilibrati da altrettanta aria mista al vapore, la quale troverassi della metà men densa dell'aria esterna. Così poi se a 50. gradi, a 32. a 24. a 16. nelle quali temperature si equilibra il vapore, come si è veduto, colle rispettive pressioni di 6. poll. di 2. di 1. di $\frac{1}{2}$, sussista pur anco un volume aeriforme sotto la pressione di tutta l'Atmosfera = 28. poll., dovrà essere la proporzione dell'aria a quella del vapore come 22. a 6., 26. a 2., 27. a 1., 27 $\frac{1}{2}$ a $\frac{1}{2}$, e la densità di tal aria confinata e mista al vapore alla densità dell'aria esterna ne' riferiti casi come 22. 26. 27. 27 $\frac{1}{2}$ a 28. poll. In-

Digitized by Google

somma facendo tutt'insieme [1] il vapore e l'aria equilibrio con una data pressione (supposta quì eguale a 28. poll. di merc., che però può essere maggiore o minore); e sapendosi quanta ne sostiene il vapore, il quale esiste sempre ad una data temperatura, di una costante densità e forza, se l'acqua non manchi, si conosce subito qual parte tocca all'aria, per supplemento a tal equilibrio. Così è. La quantità di aria in un dato spazio, la sua densità è variabile corrispondentemente alle varie pressioni: ella è molta, poca, niente; all'incontro la densità e forza espansiva del vapore è costante, e ognora la stessa ad una data temperatura, beninteso che vi sia la stoffa, cioè acqua a sufficienza per fornirlo.

[1] *Fra le righe appare in II 43 la seguente aggiunta*: « nella ragione inversa di 28. ». [*Nota della Comm.*].

AGGIUNTE TRATTE DAI MANOSCRITTI DI A. VOLTA

Cart. Volt. D 61.

Alla naturale blanda evaporazione, la quale secondo le più recenti scoperte non differisce sostanzialmente dalla vaporizzazione per forte calore; mostrando, che anche nelle temperature fredde, anche a quella di 0. R. producesi già dall'acqua qualche poco di vapor elastico, ove vi sia spazio, che lo possa ricevere.

Che crescendo il calore, s'accresce la copia di tal vapore, e la pressione ch'esso bilancia; e ciò in una progressione geometrica crescente, ch'io ho determinata, mercè di una serie di sperienze, che ho fatte con alcuni apparati da me immaginati, e nel modo, che fo vedere.

Cioè alla temperatura del ghiaccio fondente segnata 0. nella Scala Reaum. la pressione del vapor acqueo è uguale ad 1. linea e un poco più di mercurio; alla temperatura di 10. gr. eguale a 5. lin. circa; a 20. gr. bilancia 10. lin., a 30. pollici $1\,^3/_4$ a un dipresso: e così poi a 40. 50. 60. 70. 80. gr. poll. $3\,1/_4$. $5\,^3/_4$. 10. 17. 28. all'incirca.

Con che giugnendo ad equilibrare e vincere perfino la pressione attuale dell'Atmosfera, il vapore elastico si fa spazio da sè entro la massa dell'acqua, e sommovendola produce il fenomeno dell'*Ebullizione.*

Tutto ciò io dimostro esattamente con tali miei apparati; e ancora, seguendo l'istessa progressione, come col calore di 90. gr. il vapor acqueo arriva a superare, oltre quella dell'Atmosfera, una pressione eguale ad altri 18. poll. di mercurio; col calore di 100. gradi altri 30. poll., cioè 48. al dippiù della colonna atmosferica ecc.

Che finalmente l'istesso vapor elastico, che si produce da un dato grado di calore in uno spazio vuoto si produce ancora, e in egual quantità e forza in uno spazio occupato da aria di qualunque densità; come presumeva già DE LUC allegando alcune sperienze, ed io ho provato con molte mie in modo da non lasciare più alcun dubbio.

Dalle quali cose è forza conchiudere, che in nulla concorrendo l'Aria all'Evaporazione, fuorchè a dar luogo e spazio al vapore, cade affatto la teoria comunemente abbracciata, la quale spiega l'evaporazione per una dissoluzione dell'acqua nell'Aria; e si conferma la teoria di DE LUC già lodato, che riconosce per vero ed unico agente dell'evaporazione il Calore.

Queste sperienze ed osservazioni sulla naturale Evaporazione si tiran dietro molte altre sull'umido dell'Aria, e sugli stromenti destinati a notarlo e segnarne i gradi cioè gl'*Igrometri*: dei quali mostro diverse specie, e varie costruzioni, con alcune sperienze sopra ciascuno, e molte poi sopra i due, non dirò già perfetti, che tali ancora non sono, ma meno imperfetti di tutti gli altri, cioè l'Igrometro a capello di SAUSSURE, e quello poco diverso a balena di DE LUC.

Digitized by Google

Ritornando da questa specie di digressione, ossia dai fenomeni, che quantunque a lui finalmente si riferiscano, non riguardano tanto davvicino il calore, alle affezioni di lui proprie, ed effetti più prossimi, intraprendo altra serie di sperienze sul *Calore specifico*, ossia *diversa capacità* de' corpi per contenere il Calorico.

Sulla diversa conducibilità del medesimo; onde il vario uso, e vantaggio delle vesti, ed altri ripari.

Sul calor latente, o combinato; e sui moltissimi fenomeni, che da questi principj del calore specifico, e del calor latente dipendono.

Passo poi ai diversi mezzi, con cui si eccita il calore e l'accensione.

Al Calore riflesso, o radiante: mostrando le sorprendenti sper.e del calore anche oscuro ripercosso [1] da specchj metallici, e raccolto in un *foco* a guisa de' raggi di luce, ecc.

All'Ignizione od infuocamento: ove, in un coll'agitazione intensa del calorico, e per effetto della medesima è messa in moto, e si manifesta anche la luce, fluido, che si vuol distinto da d.o calorico.

Alla *Combustione* finalmente, con, o senza fiamma ed alla *Calcinazione*; per la quale Combustione di qualsiasi corpo atto a soggiacervi; e calcinazione de' metalli, ricercansi certe circostanze, e han luogo altri fenomeni, che nel solo infocamento non accadono, cioè assorbimento d'aria, aumento di peso nel combustibile, e mutazione nella natura e stato del medesimo.

Or per la combustione, e per la calcinazione de' metalli essendo necessario il contatto dell'aria, come ho mostrato, e sì di un'aria buona respirabile, la quale vi concorre sostanzialmente, ecco che vengono in campo altre proprietà più chimiche che meccaniche di essa Aria, di cui però non può astenersi di trattare il Fisico, per quella parte almeno che sono strettamente connesse fra loro le dottrine dell'Aria e del fuoco. Quindi si fa strada al Trattato sperimentale delle Proprietà chimiche dell'Aria, e delle Arie fattizie, o *Gas*.

Non potendo estendere le sper.e, nè a tutti i *Gas* che sono tanti, nè a tutto ciò che li riguarda, altrimenti ci sarebbe da occuparci per più mesi, mi restringo, alle principali sopra:

L'*Aria vitale*, detta già Aria deflogisticata da PRIESTLEY. Aria del fuoco da SCHEELE, Aria purissima da altri, e finalmente *Gas ossigene* nella nuova Nomenclatura Chimica.

Il *Gas azoto* così detto dai Neo-chimici, da PRIESTLEY aria flogisticata, da altri Moffetta dell'atmosfera.

Il *Gas Acido carbonico*, conosciuto prima, e adesso pure sotto il nome di *Aria fissa*, detto anche *Gas mefitico*, *Acido aereo*, *Gas vinoso*, *Aria delle fermentazioni*.

L'*aria infiammabile*, o *Gas Idrogene* (nella nuova Nomenclatura), puro ed impuro, cioè *carbonato*, *solforato*, e *fosforato*.

Il *Gas nitroso*, *Aria nitrosa* di PRIESTLEY.

Di queste cinque Arie, o Gas mi occupo dunque principalmente, mostrando prima i mezzi e gli artificj per produrli, per raccoglierli, travasarli ecc.; indi sperimentando le proprietà specifiche, e più rimarcabili di ciascuno di tai gas:

La gravità specifica.

La loro miscibilità od immiscibilità coll'acqua.

Respirabilità, od irrespirabilità, ossia Mefitismo.

Azione sulla combustione e calcinazione de' metalli.

Stato effervescente, o non effervescente degli alcali, e delle terre assorbenti, secondo che sono combinate, o non lo sono con l'*Aria fissa*, ossia *Acido carbonico*.

Proprietà dell'acqua impregnata di cotest'*Aria fissa*.

Soprattutto dimostrando quanto più è fondata la nuova teoria della combustione di

---

[1] *In A. S. M. trovasi invece:* « riflettuto ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

LAVOISIER, dell'antica di STAHL, la teoria cioè che ripete il calore dalla combustione dell'aria vitale, che si disfa, fissandosi la sua base pesante nel combustibile (il quale effettivamente cresce altrettanto di peso quant'è quello dell'aria che scompare), e abbandonando il *calorico*, che tenealo allo stato aeriforme; il qual calorico messo così in libertà, e dispiegando la sua *virtù calefaciente* dianzi occulta, produce il vivo ardore, la fiamma:

Come ad esso calorico eminentemente fluido ed elastico per sè stesso è dovuta l'elasticità ed abito aeriforme di tutte le arie, o gas, cioè come questi altro non sono che una base disciolta nel calorico; il quale è lo stesso in tutto, diversa essendo soltanto la base nelle varie specie di esse Arie o Gas:

Come la base dell'Aria vitale è il *principio acidificante*, e chiamasi perciò *Ossigene* convertendo in veri Acidi molti de' combustibili cui si combina cioè in acido fosforico il fosforo, in acido sulfureo il solfo, il carbone in acido carbonico ec.:

Come combinandosi coi metalli, ed altri corpi cotesto Ossigene, ossia base dell'aria vitale, li fa passare allo stato di *Ossidi* non per anco acidi, ma incamminati all'acidità (chiamansi così *Ossidi metallici*, o *metalli Ossidati* quelli che dicevansi *Calci metalliche*):

Come finalmente combinandosi colla base dell'Aria o Gas infiammabile forma l'acqua (la quale perciò dimostrasi essere non già un elemento quale fu creduto, ma un Composto); onde il nome di *Idrogene* e di *Gas Idrogene* a cotesta base, ed a cotesta Aria infiammabile.

Non men bella ed ampia, e più importante ancora è l'applicazione della dottrina delle Arie alla Fisica animale; epperò non tralascio di dimostrare con esperienze, e con deduzioni:

Come la *Respirazione*, fonte del *Calor animale* è un processo, analogo alla Combustione, e come serve a quella egualmente che a questa soltanto l'*Aria vitale*, o *Gas ossigene*:

Come l'Aria naturale atmosferica è un misto di due *Gas*, cioè del *Gas vitale*, od ossigene, e del *Gas azoto*, in proporzione circa di 1. del primo e 3. del secondo: dalla quale proporzione variata dalla maggiore o minor dose cioè del Gas vitale, dipende la maggiore o minore respirabilità dell'Aria, e l'assoluta irrespirabilità dalla di lui mancanza totale.

E quì degli stromenti immaginati dai Fisici per conoscere appunto, e misurare i varj gradi di respirabilità (non già di Salubrità o d'Insalubrità, che può dipendere da mille altre Cause) delle Arie, cioè degli *Eudiometri* ad Aria nitrosa di PRIESTLEY, LANDRIANI, MAGELLAN, FONTANA, ed altri; ad aria infiammabile di mia invenzione, più esatti, ma anche più composti; e a Fosforo, fra' quali ultimi il migliore e più semplice è quello di GIOBERT con alcune mie correzioni e aggiunte.

Tutti questi articoli sommariamente indicati fan comprendere abbastanza la vastità e importanza delle moderne scoperte, e delle nuove dottrine intorno alle Arie e al Fuoco, che han fatto mutar faccia ad una gran parte della Fisica e della Chimica, o piuttosto han creato una nuova Scienza Fisico-chimica. Giustamente pertanto in tutti i moderni Corsi di Fisica Sperimentale tengono molto luogo le sperienze sopra i *Gas*: per ciò che riguarda al nostro l'ostensione degli Apparati generali e particolari che s'adoprano per siffatte sperienze, i quali son molti e molto variati, altri semplici, altri artificiosamente composti, come la macchina di PARKER per impregnare l'acqua di *Aria fissa* ed altre analoghe per far le acque medicinali artificiali, le Pistole e Lucerne ad aria infiammabile di mia invenzione, i congegni per riempiere di gas infiammabile, e far salire in aria de' piccioli palloni aerostatici, altri per formare de' getti d'aria infiammabile accesa rappresentanti vaghi fuochi artificiali ecc. l'ostensione, dico, di tali apparati e macchine e l'eseguire anche poche sper.e con ciascuna di esse, con quelle almeno, di cui si truovi provvisto il nostro Gabinetto, tutto questo aggiunto alle ricerche e prove sopraenunciate potrebbe occuparci benissimo per 10. 15. ed anche 20. Sessioni: pure mi studio quanto posso, e quanto permette la necessaria chiarezza di restringere tante cose in quattro o sei sessioni al più.

Digitized by Google

Con ciò debbo lasciare da parte molto. Or dunque soglio lasciare tutti i *Gas Acidi* (fuori del Gas acido carbonico od *aria fissa*) cioè i *Gas* acido sulfureo, Acido muriatico, Acido muriatico ossigenato, Acido spatico; il *Gas alcalino*, od Ammoniaco; e il *Gas Epatico*, ossia *Gas idrogene solforato*; dei quali più particolarmente dee occuparsi la Chimica; siccome anche abbandono alla medesima lo sviluppo e l'applicazioni particolari di ciò che riguarda la costituzione degli *Acidi*, e degli *Ossidi*; la formazione dell'*Alcali volatile* o *Ammoniaca*, che risulta dalla combinazione dell'*Azoto* e dell'*Idrogene* ecc. ecc. contentandomi d'indicarle soltanto queste cose, come cadono al proposito, e di darne un'idea generale.

In questo modo si dan mano il Fisico ed il Chimico senza confusione e senza contrasto, convenendo nelle stesse teorie, che uno comincia, e l'altro finisce di svilupparе, al maggior profitto de' Studenti, molti de' quali passano ne' consecutivi anni dall'una all'altra Scuola, come porta il metodo seguito nella nostra Università per gli Studi Fisici e Medici.

Ecco i 6. capi amplissimi di Sper.°, con cui ho compito, tanto gli anni addietro, quanto quest'anno, il mio Corso nel pubblico frequentatissimo Teatro di Fisica, con poca diversità dall'uno all'altr'anno, consistendo questa nel dare maggior estensione or al Capo del Calore, or a quello delle Arie Fattizie, ora alla Pneumatica, ed ora all'Elettricità. Ma il piano e la traccia, o serie ordinata delle sper.° è stata sempre presso a poco la medesima, almeno da 5. o 6. anni a questa parte; se non in quanto ho prodotto mano mano colle nuove macchine e apparati fatti costruire, e la maggior parte di mia invenzione, nuove sperienze.

Digitized by Google

CLI.

DISCORSO SOPRA I VAPORI

RECITATO NELLA

GRAND'AULA DELL'UNIVERSITÀ DI PAVIA

il giorno 14 *Giugno* 1804.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Atti Reale Istituto Lombardo, Milano, Vol. II, 1860-1861, pg. 259.	Cart. Volt.: **K 22**; K 21.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da K 22, ove, sotto il titolo pubblicato, si trova anche la seguente indicazione: « *Memoria sopra i vapori e l'evaporazione, con alcune applicazioni alla Meteorologia. Parte* 1ª ».

DATA: da K 22.

K 22: è la redazione autografa del discorso tenuto dal V. il 14 giugno 1804: in questo discorso il V., dopo aver esposte le proprietà dei vapori e le esperienze che egli aveva eseguite in proposito, riafferma la sua priorità nei riguardi della scoperta delle leggi enunciate, le quali riguardano le relazioni fra la temperatura dei vapori e la corrispondente tensione. Parte di questo discorso fu pubblicata dal Magrini negli Atti Reale Istituto Lombardo, Milano, Vol. II, 1860-61, pg. 259.

K 21 : è la prima traccia del discorso sui vapori, del quale K 22 è la redazione definitiva. Questa traccia è stesa su una pagina di una lettera del Mangili al V., in data 10 giugno 1804: in questa lettera il Mangili comunica il giorno della promozione di alcuni ingegneri, nel qual giorno il V., « *come anziano della Facoltà, tocca di fare la prima promoz.e e quindi anche il primo discorso* ».

Digitized by Google

Digitized by Google

Cart. Volt. K 22.

Le Scienze Fisiche e Matematiche, Magnifico Rettore, Professori sapientissimi, egregj Candidati, Uditori quanti siete ornatissimi, le Scienze Fisiche e Matematiche conducono dirittamente alla cognizione de' fenomeni naturali, fra i quali i più universali dopo quelli dell'Astronomia, sono i fenomeni meteorologici, ossia le grandi operazioni, che han luogo nella nostra atmosfera terrestre; e le principali di queste sono l'evaporazione, e tutte le modificazioni, e vicende, che soffrono i vapori in seno al grande oceano d'aria, che ne circonda. Non sarà dunque fuor di proposito, nè vi riuscirà forse discaro, ch'io vi trattenga per poco d'ora sulla natura di essi vapori, e sulle teorie più accreditate riguardo ai medesimi, mostrandovi le scoperte, e i progressi, che da non molti anni si son fatti in questa parte da' più valenti indagatori della Natura colla scorta di ben immaginate ed accurate sperienze.

Le varie opinioni avanzate e sostenute dai Fisici avanti la metà del secolo passato intorno all'evaporazione, alla natura e costituzione de' vapori, al loro innalzamento, e diffusione nell'aria, alle modificazioni insomma che subiscono svolgendosi dall'acqua e da' corpi umidi, e ricadendo dopo le vicende sofferte in acqua, opinioni affatto vaghe e insussistenti, meritano appena di essere accennate, e noi non perderemo neppure il tempo in questo, molto meno ci tratterremo a confutarle. Esse cedettero tutte il campo alla seducente teoria di Le Roy celebre Fisico di Monpellieri, ch'egli pubblicò corredata di belle e semplici sperienze verso il 1750. o poco dopo. Codesta teoria non opponendosi ad alcun principio fisico, ed accordandosi assai bene con alcuni più ricevuti della Chimica, non potè comparire che plausibilissima, ed essere abbracciata dalla maggior parte de' Fisici e Chimici de' suoi tempi, e di quelli che loro succedettero. Considerando egli quella mutua attrazione, che sembra manifestarsi fra l'aria atmosferica e l'acqua, per cui posta al contatto l'una dell'altra, una certa quantità d'aria vien assorbita dall'acqua,

Digitized by Google

quando questa non ne sia già satura, e vi si mantiene poi disseminata, e in certo modo disciolta; concepì l'idea, che reciprocamente potesse, e dovesse entrare più o meno di acqua nell'aria e discioglìervisi con vera dissoluzione chimica, non altrimenti che un sale si discioglie pure nell'acqua. Veniva all'appoggio di questa sua idea l'osservare, che come per le altre dissoluzioni chimiche l'accresciuta o diminuita temperatura del dissolvente accresce, o diminuisce la dissoluzione medesima cioè la quantità del dissolvendo, che si unisce al menstruo, ond'è poi, che se ne precipita parte raffreddandosi esso dissolvente, e tale precipitato scompare sciogliendosi di nuovo a misura che quello si riscalda; così egualmente cresce la quantità dell'acqua, che l'aria può tener in dissoluzione, secondo che diviene più calda la temperatura, onde si fa maggiore l'evaporazione, e all'incontro diminuisce a misura che si raffredda l'aria, onde una quantità corrispondente di vapori si precipita, che di nuovo scompajono disciogliendosi come prima nell'aria, ove questa torni a divenire più calda. Tutto ciò vi metteva sott'occhio il lodato LE ROY con un fiasco di vetro ben chiuso, e contenente aria nè troppo, nè poco vaporosa. Veniva questo fiasco a raffreddarsi notabilmente? Ecco che precipitavasi del vapore, onde si annebbiava quell'aria confinata, appannavasi l'interna parete del vaso, e compariva finalmente ricoperta d'una specie di rugiada; la quale poi scompariva mano mano, che andavasi riscaldando il fiasco e l'aria contenutavi, fino a che rimanevane sgombro affatto il vetro, e compariva asciutto, e l'aria, che si avea riassorbita, o a dir più giusto, disciolta tutta quell'acqua dianzi deposta, mostravasi pur essa trasparente, e in apparenza secca.

Ora a simili vicende, diceva LE ROY, e van ripetendo i sostenitori della sua teoria, la quale fondano principalmente sopra questa, ed altre sperienze analoghe, a simili vicende non van esse soggette l'aria e l'acqua nella libera atmosfera? E che altro dunque è l'evaporazione, se non una dissoluzione dell'acqua nell'aria promossa dal calore, e crescente a misura ch'esso medesimo cresce? Dissoluzione tale, che ve la porta a diffondersi ed innalzarsi di strato in strato, senza turbarne la trasparenza, carattere questo il più proprio delle vere dissoluzioni chimiche. Che altro sono la rugiada, le nebbie, gli annuvolamenti, la pioggia, fuorchè precipitazioni di quest'acqua già disciolta nell'aria, e che oltrepassando il termine della saturazione per l'affluenza di sempre nuovi vapori, e sopratutto pel raffreddamento di essa aria, onde ne viene scemata in corrispondenza la facoltà dissolvente, non può più sostenervisi, e se ne separa sotto l'una o l'altra delle indicate forme?

Questa bella e semplice teoria dell'evaporazione, cotanto applaudita, ed abbracciata, come dicemmo, dalla maggior parte de' Fisici e Chimici, ha avuto la sorte di tante altre, che poste ad un esame più rigoroso, e cimentate con esperienze più accurate, non han potuto reggere al lume di quelle,

Digitized by Google

ed all'evidenza di queste, onde viene in oggi abbandonata comunemente, e solo si ritiene ancora da chi non è al fatto delle recenti dottrine e scoperte, che hanno fondata la vera Igrologia ed Igrometria, e portato ad un alto grado di perfezione cotesto bel ramo di Scienza naturale, che forma gran parte della Meteorologia.

Il principio fondamentale di questa riforma igrologica portante la confutazione della teoria di LE ROY, trovasi già nella celebratissima opera del Fisico Ginevrino DE LUC, intitolata *Recherches sur les Modifications de l'Athmosphere*, e pubblicata son più di anni 30., cioè nel 1772.; e lo sviluppo e perfezionamento della medesima in varie sue opere posteriori, singolarmente nelle *Idées sur la Meteorologie* che comparvero circa il 1784.; nelle sue *lettere a* DE LA METHERIE autore del *Journal de Physique* ed inserite in questo Giornale negli anni susseguenti, e finalmente con maggior corredo di prove nella recente sua opera stampata l'anno scorso 1803. che ha per titolo *Introduction à la Physique terrestre par les fluides expansibles*. Molto però devesi all'illustre Fisico e Naturalista suo compatriota SAUSSURE, il quale nell'opera incomparabile intitolata *Essays d'Hygrometrie*, che comparve circa un anno prima delle succitate *Idées sur la Meteorologie* di DE LUC, cioè nel 1783. scoperse, e determinò tanti nuovi fatti, e leggi, e ridusse quelli e queste a misure se non dell'ultima precisione, così approssimate, che poco più lasciavano a desiderare.

Or per accennare alcune almeno delle ragioni, e sperienze tanto di DE LUC, che di SAUSSURE, le quali distruggono affatto la teoria dell'evaporazione di LE ROY, addurrò qui l'osservazione fatta anche da altri Fisici, che l'acqua non lascia di svaporare nel vuoto sia pneumatico, sia anche torricelliano ove per conseguenza manca il preteso dissolvente di essa acqua, cioè l'aria. Or come potrebbe effettuarsi l'evaporazione, se questa altro non fosse, giusta la teoria di LE ROY, che una dissoluzione dell'acqua nell'aria? Che se si dicesse non essere possibile di ottenere un vuoto perfetto di aria, e quindi rimanerne sempre tanto da poter disciogliere un poco d'acqua; sarà facile rispondere, che un pochissimo sibbene anche nel miglior vuoto possibile, qual è il barometrico; ma non mai la quantità, che potrebbe disciogliere in un recipiente eguale una quantità d'aria incomparabilmente maggiore, ossia quella di densità naturale. Eppure l'esperienza ha mostrato, che tanto ne svapora in un recipiente vuoto d'aria, o in cui è sì sommamente diradata, quanto se contenga aria di qualsisia densità; e sì svapora in quello assai più rapidamente, talchè l'aria osta in qualche modo all'evaporazione, cioè se non l'impedisce, la ritarda almeno, anzichè promoverla e produrla. Non può dunque riguardarsi l'aria come il dissolvente dell'acqua, o dei vapori, che senz'essa si formano viemmeglio, e sussistono da per loro soli, ed ha ben più ragione DE LUC di considerare il vapore trasparente (dico vapor

Digitized by Google

trasparente per distinguerlo dai vapori nebulosi, che sono altra cosa, e di cui ora non parliamo), di riguardar tal vapore come una dissoluzione dell'acqua non già nell'aria più o meno calda, ma nel semplice fluido calorifico.

Nelle or indicate sperienze dell'acqua, che svapora nel vuoto d'aria, fu osservato, che si converte essa medesima in un fluido elastico emulo dell'aria, dotato cioè com'essa di una forza espansibile, ch'egli esercita contro le pareti del vaso, e qualsisia corpo a lui sottoposto. Così introducendo qualche goccia d'acqua nella camera barometrica, tosto che vi arriva, forma più o meno di tal fluido elastico, o diciam vapore aeriforme, il qual deprime di alcune linee, di un pollice, ed anche di più pollici la colonna mercuriale, secondo che di esso vapore se ne forma maggior quantità in ragione che l'ambiente è più caldo. Codesto vapor acqueo aeriforme non gode però di una elasticità, e forma permanente, come l'aria naturale, e i gas, giacchè va esso disfacendosi, e riprendendo lo stato di fluido liquido elastico, ritorna in somma acqua, mano mano che si diminuisce il calore, o che viene esso vapore condensato da una maggior pressione; laddove all'incontro l'aria naturale, e le altre arie fattizie, ossia *gas*, si condensano bensì, ossia restringonsi in minor volume per diminuito calore, od accresciuta pressione, che vengano a soffrire, ma mantengono la loro forma aerea e la forza espansibile con cui reagiscono come molle a qualunque pressione; ond'è che li distinguiamo col nome di *fluidi elastici permanenti*, dai non permanenti, soggetti a perdere in un coll'espansibilità l'abito aeriforme, come abbiam detto che succede ai vapori. Fintanto però, che questi ultimi sussistono, non forzati dal freddo o da soverchia pressione a coagularsi, sono per la lor forza espansibile, e per la molla che fanno, emuli dell'aria, e il famoso LAVOISIER non ha avuto difficoltà di accordar loro pure il nome di *gas*, chiamando gas acqueo il vapore dell'acqua, gas alcoolico quello dell'alcoole, ecc.

Quasi tutti i Fisici riguardavano in addietro, ed alcuni, singolarmente i sostenitori della teoria di LE ROY, riguardano ancora il vapore elastico, in cui si trasforma l'acqua nell'ebullizione vincendo il peso dell'atmosfera, quello che sorte con impeto dal becco dell'eolipila, quello che impiegato come forza motrice nelle macchine o trombe a vapore, vi produce così grandi effetti; che condensato nel Digestore o marmitta Papiniana penetra, e scioglie le ossa, e accresciuto viemmaggiormente per più forte calore produce le più terribili esplosioni; e così pure il vapore che si produce per minor grado di calore dell'ordinariamente richiesto all'ebullizione, in grazia di ritrovarsi l'acqua in uno spazio, o vuoto, o d'aria diradata, nelle quali circostanze può essa appunto bollire per tanto minor calore, quant'è minore la pressione che soffre, han, dico, riguardato i Fisici questo vapore, questa trasformazione dell'acqua in un fluido elastico aeriforme negli accennati casi come cosa affatto diversa dai vapori che entrano nell'aria di ordinaria densità, a

Digitized by Google

temperatura comune, e di cui va essa impregnandosi nella naturale blanda evaporazione, nella quale ha luogo secondo LE ROY una semplice dissoluzione di una certa quantità d'acqua nell'aria medesima in proporzione del calore, che vi domina; hanno distinto in somma quella evaporazione da questa, chiamando la prima vaporizzazione, e la seconda semplice evaporazione. Ma SAUSSURE fece il gran passo di mostrare con esperienze dirette l'insussistenza di tal distinzione, e mise in evidenza, che il vapore è in ogni caso della stessa forma e natura, come presumeva già DE LUC, cioè sempre un vapore elastico aeriforme; e che al dippiù si forma e sussiste nella stessa quantità e forza, occupi egli solo lo spazio dato, o in compagnia dell'aria di qualsisia densità, dipendendo tal densità unicamente dal grado di temperatura. Trovò dunque, SAUSSURE, che posta dell'acqua a svaporare in una gran campana di vetro piena d'aria ridotta al massimo di siccità per mezzo di un sale bibacissimo, qual'è la potassa di recente calcinata, la pressione di tal aria sopra un manometro andava mano mano crescendo, tantochè arrivata l'evaporazione al massimo nella temperatura di 16. gradi il mercurio del manometro si era alzato di 6. linee. Ora di 6. linee all'incirca è pure la pressione, che esercita il vapor acqueo da per sè solo in uno spazio vuoto d'aria, come si osserva introducendo un pochetto d'acqua nella camera alta di un barometro; poichè trovandosi la temperatura di 16. gradi, si deprime appunto la colonna mercuriale di 6. linee circa. La stessa corrispondenza trovasi per altri gradi di temperatura; onde non può restare più dubbio che il processo dell'evaporazione non sia il medesimo nel vuoto, e nell'aria; e viene così colla cognizione della vera natura e costituzione de' vapori stabilita la teoria di essa evaporazione.

Siccome col crescere del calore cresce pure la quantità, e l'elasticità del vapore, ben si comprende quanto importante sia il determinare con esattezza quale forza espansiva di esso vapore corrisponda ai diversi gradi di calore, quale pressione egli eserciti per ciascun grado. Il primo che siasi applicato a siffatte ricerche con esperienze di una grande estensione, e che ne abbia presentati in un colla descrizione degli ingegnosi apparati a tal uopo immaginati, e col dettaglio delle sperienze medesime i risultati, è BETANCOURT in Francia riportati nell'*Architecture Hydraulique* di PRONY, a cui succedette SCHMIDT in Germania con una bella Memoria inserita nel giornale tedesco di GRENN, *Neuer Journal der Physik* 1796. e ultimamente DALTON in Inghilterra che pubblicò alcune eccellenti Memorie su tal soggetto, negli atti dell'Accademia di Manchester l'anno scorso 1803. Se debbo nominar qualcuno anche nell'Italia nostra, e se la modestia deve qualche volta far luogo alla verità, e ad un giusto orgoglio nazionale, vi dirò, che sono stato ancor io uno de' primi, ad applicarmi a simili ricerche sperimentali, che mi parvero importantissime a più d'un riguardo; che me ne sono cioè occupato

Digitized by Google

contemporaneamente a BETANCOURT, ed anche prima; che le ho del pari molto estese, anzi più di lui, con varj apparecchj di mia invenzione, alcuno simile a quelli di esso Fisico Francese, e di SCHMIDT, altri più somiglianti a quelli di DALTON, e ardisco dire più comodi, e meglio adattati alla varietà delle sperienze, i quali apparati esistono in questo pubblico Gabinetto di Fisica, e posso mostrarli quando che sia; che infine convergono i miei risultati non male con quelli di BETANCOURT e di SCHMIDT, e meglio, anzi quasi perfettamente con quelli di DALTON: nelle quali sperienze e risultati io l'ho per conseguenza preceduto di varj anni.

Non essendo quì il luogo, nè permettendomelo il tempo, di esporre minutamente questi risultati, mi ristringerò ad accennarvene i principali, ossia alcune belle leggi, che abbiamo scoperte tanto io, quanto DALTON, io prima, egli dopo, ma senza sapere uno dell'altro.

La prima di queste leggi, che merita considerazione, è, che crescendo il calore in una progressione aritmetica, la densità, ed elasticità, ossia forza espansiva del vapor acqueo cresce in una progressione prossimamente geometrica, ossia in una tale, di cui l'esponente va diminuendo di una picciola quantità. Così la forza del vapore essendo tale, come ci danno le nostre sperienze, che alla temperatura 0. della scala di REAUM. deprime il mercurio nel barometro circa 2. linee, alla temperatura di 10. gradi, è un poco più che doppia, deprimendolo quasi 4. linee e ½: crescendo il calore di altri 10. gradi, cioè arrivando a 20. cresce la quantità del vapore, e la sua forza fino a deprimere il mercurio appena un pochetto più del doppio, cioè 9 lin. in 9 ½: poi per altri 10. gr. cresce ancora la pressione, ma del doppio appena; onde a 30. R. vien depresso il mercurio circa 19. lin. e così proseguendo a 40. gr. non arriva la pressione ad essere doppia di quella a 30., ma poco vi manca, essendo 36. in 37. lin.: a gradi 50. resta ancora più indietro dall'essere doppia dell'antecedente, ecc. Con tal progressione, ch'io ho seguita di grado in grado dal 0. fino agli 80., punto dell'ordinaria ebullizione, e sopra ancora fino a 100. gr. e più, e che DALTON ha principiata alcuni gradi sotto il 0. medesimo, e proseguita per circa 40. sopra l'ebullizione, viene ad essere la forza del vapor acqueo tale da deprimere 14. pollici la colonna di mercurio, ossia da controbilanciare una mezza atmosfera giugnendo il calore a 66. gradi circa, siccome poi deprime intieramente la colonna barometrica ossia controbilancia tutta la pressione dell'atmosfera arrivato che sia il calore a 80. gradi, termine dell'ebullizione dell'acqua all'aria libera: la qual ebullizione appunto succede quando il vapore ha tanta forza da farsi largo in seno all'acqua medesima, sollevandola, e vincendo la pressione dell'aria incombente. Crescendo poi il calore di 15. in 16. gradi sopra li 80. il vapore che si forma arriva a controbilanciare la pressione di due atmosfere, cioè una colonna d'aria libera, e al dippiù una di mercurio alta 28. pollici;

Digitized by Google

e coll'aggiunta di altri 17. o 18. gradi di calore, cioè alla temperatura di 113. o 114. gr. R. circa ad equilibrare ben 4. atmosfere. Per le quali sperienze non potendo più servire il semplice tubo torricelliano, o barometro, abbiamo adoperato tanto DALTON, quanto io, de' tubi ripiegati, di cui un braccio lungo pochi pollici, e chiuso, contiene in cima alcune goccie d'acqua, e nel resto mercurio continuato nell'altro braccio lungo 60. poll. e più, e aperto, in cui esso mercurio viene innalzato dalla forza del vapore quando riscaldasi quell'acqua del braccio corto in un bagno d'olio sopra gli 80. gradi.

Seguendo il medesimo tenore, è facile calcolare quale, e quanta debba essere la forza del vapore per i gradi di calore molto più alti, come di 200. gradi, ed oltre, per il calor rovente, per quello, a cui si fondono diversi metalli, ecc., e come atto sia a produrre le più terribili esplosioni, di cui abbiamo pure degli esempj.

Un'altra bellissima legge, che le mie sperienze mi hanno portato a scoprire, e che BETANCOURT non seppe vedere, bensì la riconobbe DALTON al par di me, ma assai più tardi, legge, che indicai chiaramente nel Giornale Fisico-Chimico del nostro Prof.^re^ BRUGNATELLI fin dal 1794., e di nuovo nel 1796. è questa: Il vapore elastico di qualsisia fluido evaporabile, e più o meno volatile, siegue nell'aumento della sua forza espansibile per gli aumenti di calore l'istessa progressione, che siegue il vapore dell'acqua, partendo (notisi bene) non da gradi eguali di calore, ma da eguali gradi di detta forza espansiva. Così partendo es. gr. dalla forza espansiva, che agguaglia o supera appena la pressione dell'atmosfera, e a cui per conseguenza bolle il liquido all'aria aperta, la quale forza o pressione eguale a 28. poll. di mercurio dispiega il vapore dell'acqua pel calore di 80. gr. R., l'alcool più volatile per quello di 64. gr., e l'etere sulfurico volatilissimo a 32. gr. solamente partendo, dico, da tale forza elastica 15. in 16. gr. di calore dippiù accresceranno tanto la quantità e la forza espansiva di ciascuno di questi vapori, che varrà a sostenere una pressione eguale a due atmosfere, ossia a 56. poll. di mercurio: tale dunque sarà la forza, nè più nè meno del vapor acqueo a 95 in 96. gr. R., del vapor alcoolico a circa 80. gr., e del vapore etereo a 47. o 48. Così diminuendo il calore di circa 14. gradi da quello, che fa bollire rispettivamente gl'indicati fluidi sotto l'ordinaria pressione dell'atmosfera, epperò riducendosi a circa 66. gr. per l'acqua, 50. per l'alcoole, e 18. per l'etere, sarà diminuita la quantità, e affievolita la forza espansiva di tutti e tre questi vapori all'istesso segno, a quello cioè di bilanciare una mezza atmosfera solamente, ossia 14. poll. di mercurio. In generale, notata la forza espansiva, che dispiega il vapore dell'acqua per ciascun grado di calore, e costrutta una tavola di tali forze o pressioni, cerchisi per un altro fluido a qual grado termometrico eserciti il suo vapore una pressione eguale a qualcuna delle segnate per il detto vapor acqueo, e rilevatane una volta la dif-

Digitized by Google

ferenza, questa differenza, cioè di un egual numero di gradi, si riscontrerà per ogni altra pressione. Sempre cioè, o per tutta la scala il vapore dell'alcool eserciterà una pressione eguale a quella del vapor acqueo, che abbia 16. gradi di calore dippiù, e il vapore dell'etere si comporterà sempre come lo stesso vapor acqueo 48. gradi più caldo di lui, conforme agli esempj sopra recati. Sicchè anche alla temperatura del ghiaccio, ossia 0. R. cotesto vapore etereo equivalendo a quello dell'acqua che abbia un calore di 48. gr. deprimerà il mercurio in un tubo torricelliano nella cui camera venga introdotto, 5. buoni pollici: la qual cosa è in vero sorprendente, e più sorprendente di vederlo abbassare la colonna di mercurio 14. poll. alla temperatura di soli 18. gradi, come già si è detto, ed abbassarla intieramente fino al livello del pozzetto, e più sotto ancora pel calore di 32. in 33. gradi.

Non meno sorprendente è il vedere distruggersi tutto quel fluido elastico, e scomparire intieramente, il quale mentre teneva così depresso nel tubo il mercurio sembrava aria vera; ma aria già non è, bensì un fluido elastico aeriforme non permanente, come si è detto, e condensabile di nuovo in liquido, a misura che passa a raffreddarsi, o che inclinando il tubo, o meglio immergendolo vieppiù nel pozzo di mercurio, che nel mio apparato è fatto a bella posta assai profondo, viene a sopportare maggior pressione dall'aria esterna; sorprendente, dico, è il vedere scomparire per intiero tale fluido aeriforme, ed arrivare il mercurio col poco liquore sopranuotante a riempiere tutto quanto il tubo, senza lasciare alcuno strato, o bolla elastica in cima.

Curioso pure è l'entrare che fa spontaneamente in ebullizione, senza cioè aggiungervi calore, esso liquido, sia etere, sia alcool, sia acqua, ma più di tutti il primo, allorchè alzandosi il tubo viene quel liquore sollevato dalla pressione atmosferica, e trovasi ad un tratto in uno spazio libero; ond'è che sorge a riempiere quel vano il vapore elastico, spiccandosi in gran parte dalla superficie, ma non potendo questa fornirne tutta la quantità con abbastanza di prontezza, svolgendosene anche dall'interno, ossia dagli strati sottoposti. Ho detto senza riscaldar punto il liquore: che se si riscaldi alcun poco colla mano, o altrimenti allorchè è cessata la prima ebullizione, ne sorge una nuova più o meno violenta, e ciò quante volte si vuole.

Tutte queste sperienze, e quelle pure comprovanti la terza legge, che tosto esporrò, sono anni parecchi ch'io la mostro ne' miei pubblici Corsi in questo teatro Fisico dell'Università. Venendo alla qual legge, che più immediatamente s'applica alla teoria della naturale evaporazione, che è in breve e compitamente espressa col dire, conformemente a ciò che si è già accennato parlando delle sperienze di SAUSSURE, che l'istesso vapore espansibile, e nella stessa stessissima quantità e forza, viene a formarsi in uno spazio occupato dall'aria densa o rara, e di qualsisia specie, come in uno

Digitized by Google

spazio vuoto, e nello stesso modo; colla sola differenza, dobbiam aggiungere, che in uno spazio, ossia recipiente vuoto, o dove la pressione sopra il liquido evaporabile, sia minore della forza espansiva, che, corrispondentemente al grado di calore, compete al vapore che dee formarsi, talchè il liquido entri, o possa entrare in ebullizione, questo vapore si produce all'istante, e si slancia con una specie di esplosione dalla superficie di esso liquore, ed anche dagli strati sottoposti, come testè si disse, e immantinenti giunge a riempiere tutto quello spazio equabilmente, e nella quantità richiesta a produrre quella pressione, che pone un limite ad ulteriore vaporizzazione: in una parola il vapore arriva tosto al suo maximum. All'incontro dove lo spazio è occupato da aria, la cui pressione superi la forza espansiva del vapore al dato grado di calore, e renda perciò impossibile l'ebullizione, il medesimo vapore elastico non lascia di formarsi, e di giungere anche all'egual dose, come se aria non vi fosse; ma ciò fa grado a grado lentamente, diffondendosi poco a poco, e penetrando quasi a stento ne' successivi strati.

Molti Fisici, anzi la più parte avean creduto, che cotal vapore elastico non potesse formarsi ove per difetto di calore non fosse da tanto di superare, od eguagliare almeno colla sua la pressione di tutta l'aria incombente al liquido, ove cioè il calore non giungesse al grado dell'ebullizione sotto la data pressione. Ma s'ingannavano que' Fisici e s'ingannano pur alcuni de' moderni, pensandola così. Vero è, che in tali casi di prevalente pressione sopra il liquido evaporabile non può il vapore lanciarsi sollevando, ed espellendo l'aria, non può far quella esplosione, che farebbe portato al grado dell'ebollizione; può però insinuarsi pian piano per entro ad essa aria, e diffondervisi chetamente: e questo è appunto quello che fa, giugnendo da ultimo a formarsene nel dato spazio egual dose, e di eguale forza espansiva, come se aria non vi fosse, quella dose cioè, che costituisce il maximum di esso vapore corrispondentemente al grado di calore che attualmente regna in quello spazio. Ecco ciò, che avea intraveduto DE LUC fin dalle sue prime ricerche sopra la natura ed indole de' vapori, e che SAUSSURE verificò con dirette sperienze, ristrette però a pochi gradi di calore sopra e sotto il temperato, come riferito già abbiamo.

Il maximum di vapore elastico e la sua pressione eguali ne' spazj occupati dall'aria, come ne' vuoti, verificato da SAUSSURE in qualche grado solamente di temperatura, mi è parso molto importante di verificarlo per tutti i gradi della Scala termometrica dal 0. di REAUM. fino ai 70. gradi, ed oltre; e vi son riuscito alla più grande perfezione desiderabile con nuovi apparati da me immaginati a tal uopo, che pure ho mostrato nelle sperienze pubbliche degli anni addietro, e prima assai che comparissero alla luce le sperienze con apparati non molto dissimili di DALTON, il quale ha avuto risultati eguali ai miei.

Digitized by Google

Concludiamo, che la naturale blanda evaporazione non differisce in fondo dalla forzata, che fassi con ebullizione, nè da quella artificiale, che succede in recipienti vuoti, o contenenti poca aria diradata: che tanto l'operazione, quanto il prodotto sono sempre i medesimi, e consistono nel trasformarsi l'acqua, o qualsiasi altro liquido evaporabile in un fluido elastico aeriforme, che chiamiam vapore, in certa determinata quantità, diversa per i diversi liquidi, e diversa pure in ciascuno per diversi gradi di calore, secondo una certa progressione, che siam giunti a determinare: alla quale quantità, che forma il maximum, arriva esso vapore testamente, e come di slancio nel vuoto, o nell'aria molto diradata, seppure il liquido che dee fornirlo non manchi, ma lentamente in quella di densità naturale, e massime se quieta; che arrivato, che vi sia, non può aggiungervisi nuovo vapore, senza che se ne distrugga altrettanto, che ritorna allo stato liquido, passando qualche volta, anzi spesso ne' spazj grandi, per lo stato di vapor vessicolare, che forma le nebbie, e le nuvole, e sostenendosi più o men lungo tempo in questa nuova forma (del qual vapore vessicolare ne facciam quì solo un cenno, non avendo tempo di parlarne lungamente): così pure che non può raffreddarsi o condensarsi esso vapore, senza che se ne deponga quella parte, che viene con ciò ad eccedere un tale maximum; bensì lo può, ove manchi qualche cosa a questo, finchè giunga a toccarlo.

In queste proposizioni fondamentali, e poche altre, è stabilita inconcussamente la vera teoria sulla formazione de' vapori, sulla loro natura e costituzione, modificazioni, e disfacimento de' medesimi; ai quali principj, e teoria non manca più che di essere ben applicati per ispiegare l'andamento, e le vicende dei fenomeni meteorologici più generali, cioè i varj gradi di umidità dell'aria in diversi tempi e regioni, e singolarmente a diverse ore del giorno, le rugiade, le nebbie, gli annuvolamenti, le pioggie. Vedremmo tralle altre cose, come alcuna volta, anzi spesso, avvengano gli annuvolamenti e le pioggie in conseguenza del mescolarsi strati d'aria di diversa temperatura, comechè poco carichi di vapore, ossia molto indietro dal maximum. Ma tempo ora non mi si dà di entrare in questo vastissimo campo.

Digitized by Google

CLII.

ULTIME CONCLUSIONI

SULLE QUANTITÀ DI VAPORE ACQUEO SVOLTE IN SUCCESSIVI COSTANTI AUMENTI DI TEMPERATURA

posteriore al 1802.

FONTI.

STAMPATE.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: **H 36** α; H 36 β; H 36 γ; **H 37** α; **H 26** β; **H 23** α; H 31 (α, α′, α″).

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA:

Nei Mns. pubblicati in questo Numero il V. espone delle considerazioni riguardanti il rapporto che intercede fra le quantità di vapore svolte in aumenti successivi e costanti di temperatura, e le sue idee intorno alle variazioni che questo rapporto presenta al variare della temperatura.

H 36 α: è un Mns. di quattro pagine, nella prima delle quali il V. rafferma la sua priorità in merito alle leggi riguardanti le tensioni dei vapori, ed espone le considerazioni che lo portano alla costruzione di una tabella (la quale appare nella seconda pagina del Mns.) informata a criteri diversi da quelli sostenuti dal Dalton. Questa tabella dà le quantità di vapore svolte di grado in grado: il procedimento col quale essa fu costruita richiama quello svolto in H 35 α (vedasi il N. CXLVII), dal quale però differisce per la variabilità di un fattore considerato costante in H 35 α: le ultime due pagine di H 36 contengono le operazioni eseguite per la costruzione delle precitata tabella. Si pubblica solo la prima pagina ed un saggio della tabella e dei computi che appaiono nella seconda e nella terza pagina.

Digitized by Google

H 36 β: è un Mns. autografo di quattro pagine, contenente solo operazioni e risultati riferentisi ad un procedimento, di 2 in 2 gradi, analogo a quello svolto in H 36 α; non si pubblica.

H 36 γ: è un Mns. autografo di quattro pagine, contenente operazioni, tabelle e proposte di variazioni riguardanti le costanti che entrano nei calcoli che si devono fare per ottenere risultati concordanti coll'esperienza; non si pubblica.

Ai Mns. H 36 (α, β, γ) sono uniti altri fogli contenenti operazioni, prime minute ed appunti di note sperimentali.

H 37 α: è un Mns. autografo, contenente considerazioni ed operazioni che si riferiscono alle conclusioni del Dalton, citate in H 36 α; si pubblica nelle note poste a pag. 533.

H 26 β: è un Mns. autografo, che presenta solo operazioni per la costruzione di tabelle coordinate alle idee ed ai calcoli del Dalton; si riproducono in facsimile due pagine di H 26 β.

H 23 α, H 31 (α, α′, α″): sono fogli Mns. autografi, che presentano solo operazioni e tabelle, che si riallacciano alle idee del Dalton citate in H 36 α. In queste tabelle il V. suppone che i rapporti delle tensione abbiano a variare in proporzione geometrica, e non in proporzione aritmetica come ammetteva il Dalton; si riproduce in facsimile una pagina di H 23 α.

Digitized by Google

Cart. Volt. H 36 α.

Il calore accresce la specifica elasticità dell'aria atmosferica, e di qualunque *gas* di $\frac{1}{214}$ per ogni grado partendo da 0. (del term. detto di REAUMUR); cioè va crescendo il suo volume, se è libera a dilatarsi, o la sua forza espansiva, la sua pressione, se è tenuta $\frac{\text{confinata}}{\text{coartata}}$ sotto il primiero volume, va dico, crescendo da 214. a 215. 216. 217. ecc. alle temperature di 1. 2. 3. ecc. gradi sopra detto 0.; a 224. a 10. gr.: 234. a 20. gr.: 254. a gr. 40: 274. gr. 60: 294. gr. 80: ecc. ecc.

Nella stessa proporzione cresce l'espansibilità od elasticità specifica del vapore acqueo, e di qualsiasi altro vapore elastico aeriforme. Ma oltre all'accrescere l'elasticità specifica di cotal vapore già esistente, il calore a misura che va innalzandosi forma del nuovo vapore, ove siavi materia che possa fornirne; onde la forza espansiva, o pressione che da esso vapore si esercita per tal sopraggiunta, che ne accresce la densità, diviene molto maggiore, risultando essa forza espansiva e dall'elasticità specifica accresciuta, come si è detto, e dall'accresciuta quantità o densità del fluido aeriforme medesimo.

Le mie sperienze contemporaneamente a quelle di BETANCOURT, di SCHMIDT, di DALTON ed anteriori di qualche anno anche a quelle di SCHMIDT e di DALTON, quantunque fatte con diversi apparati, $\frac{\text{concordano}}{\text{combinano}}$ assai bene, massime colle ultime di DALTON; ma il calcolo al quale si è voluto ridurle, è difettoso e conduce a dei paradossi, anzi a delle assurdità [1]. Oltre di che contentandosi di darci l'assoluta elasticità, o pressione del vapore per ciascun grado di temperatura, non si fa l'essenziale distinzione di ciò che è dovuto all'accresciuta quantità e densità del vapore, e di ciò che è dovuto alla

[1] *Vedansi le note della Commissione pubblicate alla fine di questo Numero, a pg.* 533. *[Nota della Comm.].*

Digitized by Google

specifica sua elasticità in virtù del calore, in una parola al semplice effetto termometrico. Io dunque ho avuto cura di correggere il calcolo e di fare cotal distinzione. La quantità dunque del vapore acqueo è posta = 2,25 per gr. 0. R.: il primo grado sopra ne produce = 0,1675: il 2° gr. una dose alquanto maggiore dell'antecedente, cioè = 0,1799: quale risulta moltiplicando la prima per 1,0735: gli esponenti in seguito van diminuendo sempre di 5. divenendo 1,0730; 1,0725, ecc.: come si vede quì dietro [1]. Trovata così la quantità del vapore per ogni grado, e sommata, basta aggiungervi l'effe..... [2] per avere la pressione od elasticità assoluta.

---

[1] *Le pagine interne di H* 36 α *presentano le operazioni e la tabella dei risultati ai quali il Mns. qui si riferisce.* [*Nota della Comm.*].

[2] *Qui la carta del Mns. presenta uno strappo. Le parole che mancano con molta probabilità dovrebbero essere le seguenti*: « l'effetto termometrico ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

2,3440		
0,1560		
	—	1,0740
0,1675		
	—	1,0735
0,1799		
	—	1,0730
0,1930		
	—	1,0725
0,2067		
	—	1,0720
0,2216		
	—	1,0715
0,2374		
	—	1,0710
0,2542		
	—	1,0705
0,2723		
	—	1,0700
0,2914		
4,5240		
	—	1,0695
0,3116		
	—	1,0690
0,3331		
	—	1,0685
0,3559		
	—	1,0680
0,3801		
	—	1,0675
0,4058		
6,3105		
	—	1,0670
0,4330		
.....		

+ 0,1560
1074
624
1092
156
+ 0,167544
10735
837720
502632
1172808
1675544
+ 0,17986
1073
53958
125902
17986
+ 0,19299
.....

Digitized by Google

Digitized by Google

NOTE DELLA COMMISSIONE

ED AGGIUNTE TRATTE DAI MANOSCRITTI DI A. VOLTA

Digitized by Google

Digitized by Google

NOTE DELLA COMMISSIONE RIGUARDANTI H 36 α

In H 36 α *il V. parlando delle esperienze di Dalton afferma che* « il calcolo al quale si è voluto ridurle conduce a dei paradossi anzi a delle assurdità ».

In « Memoirs Philos. Soc. Manchester », Vol. II, Parte II, 1802 *(pg.* 557*), il Dalton dà la tabella delle tensioni del vapore acqueo saturo da* 32 *a* 212 *gradi Fahr., in corrispondenza ad intervalli di* 11 $^1/_4$ *gradi Fahr. Passando alla scala Reaumur, si trova che queste misure delle tensioni, stabilite dal Dalton, sono quelle spettanti a temperature che variano di* 5 *in* 5 *gradi, da* 0 *ad* 80 *gradi Reaum.*

La citata tabella presenta pure, fra i detti limiti, i rapporti fra le tensioni del vapore acqueo corrispondenti ad intervalli di 11 $^1/_4$ *gradi Fahr. (cioè* 5 *gradi Reaum.). Le differenze fra i successivi rapporti oscillano fra* $\frac{10}{1000}$ *e* $\frac{20}{1000}$, *con un valore medio quindi di* $\frac{15}{1000}$: *Il Dalton ritiene appunto (op. cit., pg.* 558*) che la variazione aritmetica del rapporto delle tensioni si mantenga costantemente di* 15/1000 *per ogni variazione di* 11 $^1/_4$ *gradi Fahr. (cioè* 5 *gradi Reaum.), anche al di fuori dei limiti considerati, ed in particolare attribuisce al rapporto delle tensioni del vapore, corrispondenti ad* 80 *ed a* 75 *gr., il valore* 1,25.

Il V., in H 37 α, *assumendo invece di questo valore* 1,25, *quello assai prossimo* 1,255, *osserva*: « Dunque progredendo fino ad altri 85. gradi sopra gli 80. termine dell'ebullizione, cioè arrivando a gr. 165. non crescerebbe punto più l'elasticità o pressione del vapor acqueo, seguendo questo calcolo di DALTON, e col passare più innanzi l'esponente divenendo minore di 1. cioè 0,85: 0,70: 0,55. ec. ne verrebbe l'assurdo, che diminuirebbe, crescendo il calore, la forza de' vapori, e finalmente ridurrebbesi a nulla verso i gradi 200 ».

Presso a queste considerazioni, il Mns. presenta le seguenti operazioni:

255.		Q.	17
15			5
105			85
15			
000			

La prima di queste operazioni è la divisione di 255 *per* 15, *e la seconda è la moltiplicazione del quoziente ottenuto per* 5. *Quest'ultima operazione dà per risultato il numero dei gradi da ag-*

Digitized by Google

giungere alla temperatura dell'ebollizione dell'acqua, per avere quella alla quale la pressione del vapore non crescerebbe più per ulteriori innalzamenti di temperatura.

In modo analogo si calcola l'ulteriore aumento di temperatura, necessario affinchè la pressione si riduca a zero, dividendo 1 *per* 0,015 *e moltiplicando il quoziente per* 5: *qui il V., per una svista divide invece* 1 *per* 0,15, *ciò che lo porta ad un risultato inferiore a quello che avrebbe dovuto ottenere, senza però che con questo sieno sostanzialmente infirmate le sue conclusioni generali.*

Digitized by Google

NOTE DELLA COMMISSIONE RIGUARDANTI H 26 β

Fra i vari Mns., nei quali appaiono operazioni e procedimenti coordinati alle idee di Dalton, si scelgono e si riproducono in facsimile due pagine di H 26 β. *Nella seconda di queste pagine, partendo dalla pressione del vapore a zero gradi, ritenuta eguale a lin.* 2,167, *il V. calcola la pressione del vapore a temperature successivamente crescenti di* 5 *gradi, moltiplicando quella spettante a* 5 *gradi di meno, per un fattore che varia aritmeticamente, di* 5 *in* 5 *gradi, di* $\frac{15}{1000}$. *Questa pagina di calcoli si presenta come la seconda fase del procedimento, essendo la prima rappresentata dall'altra pagina di H* 26 β, *in cui il calcolo è svolto in ordine inverso, cioè da* 80 *a* 0 *gradi.*

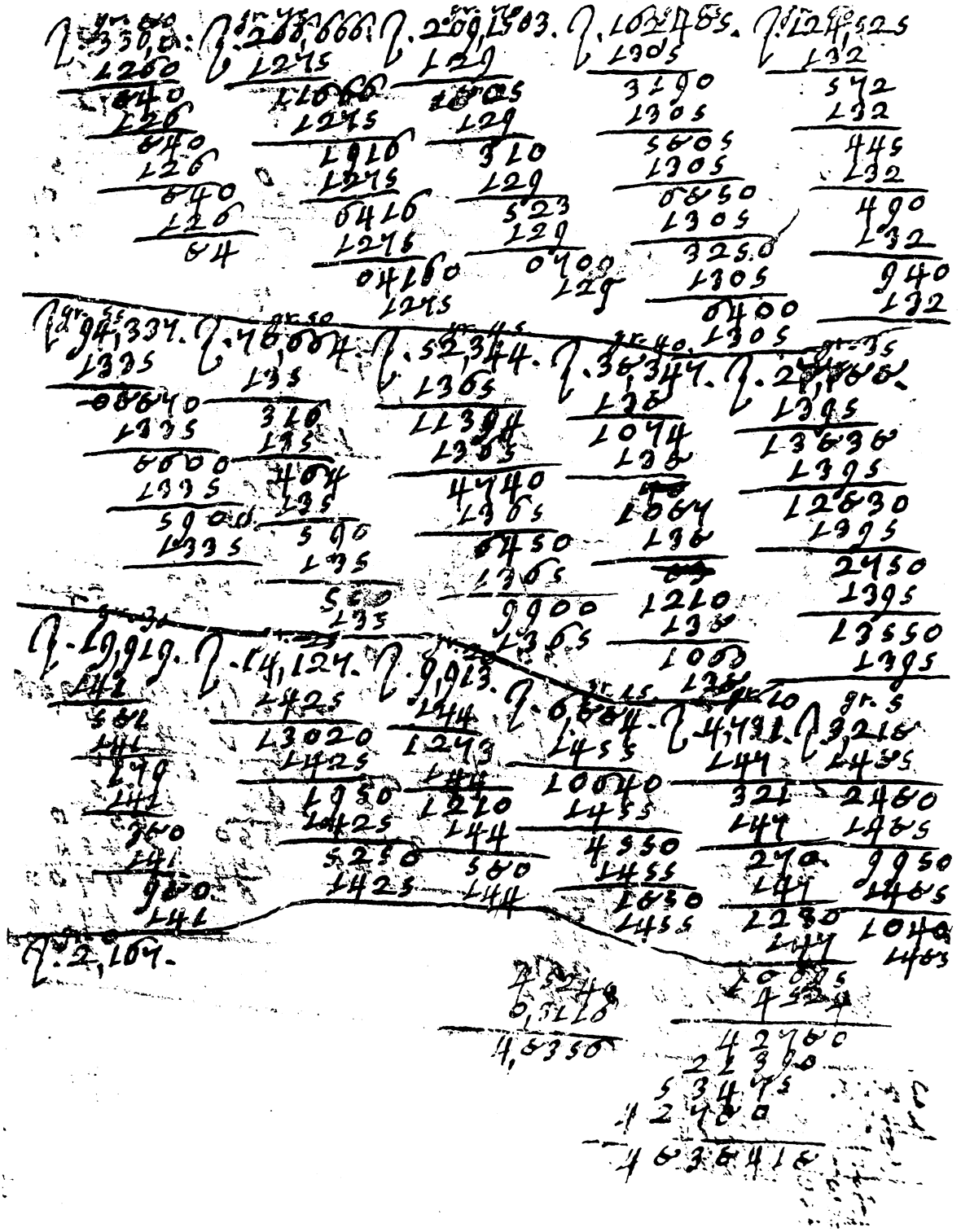
Digitized by Google

NOTE DELLA COMMISSIONE RIGUARDANTI H 23 α

In vari Mns. trovasi svolto un ordine di idee che si distingue da quello esposto in H 26 β *solo per la diversità della legge secondo la quale dovrebbe aver luogo la variazione dei rapporti delle tensioni.*

Fra questi Mns. si sceglie e si riproduce in facsimile una pagina di H 23 α, *nella quale, partendo dalla tensione del vapore a zero gradi, supposta eguale a lin.* 2,383, *il V. calcola la pressione del vapore a temperature successivamente crescenti di* 5 *gradi, moltiplicando quella spettante a* 5 *gradi di meno per un fattore che varia geometricamente, di* 5 *in* 5 *gradi, in un rapporto espresso dalla frazione* $\frac{99}{100}$.

Digitized by Google

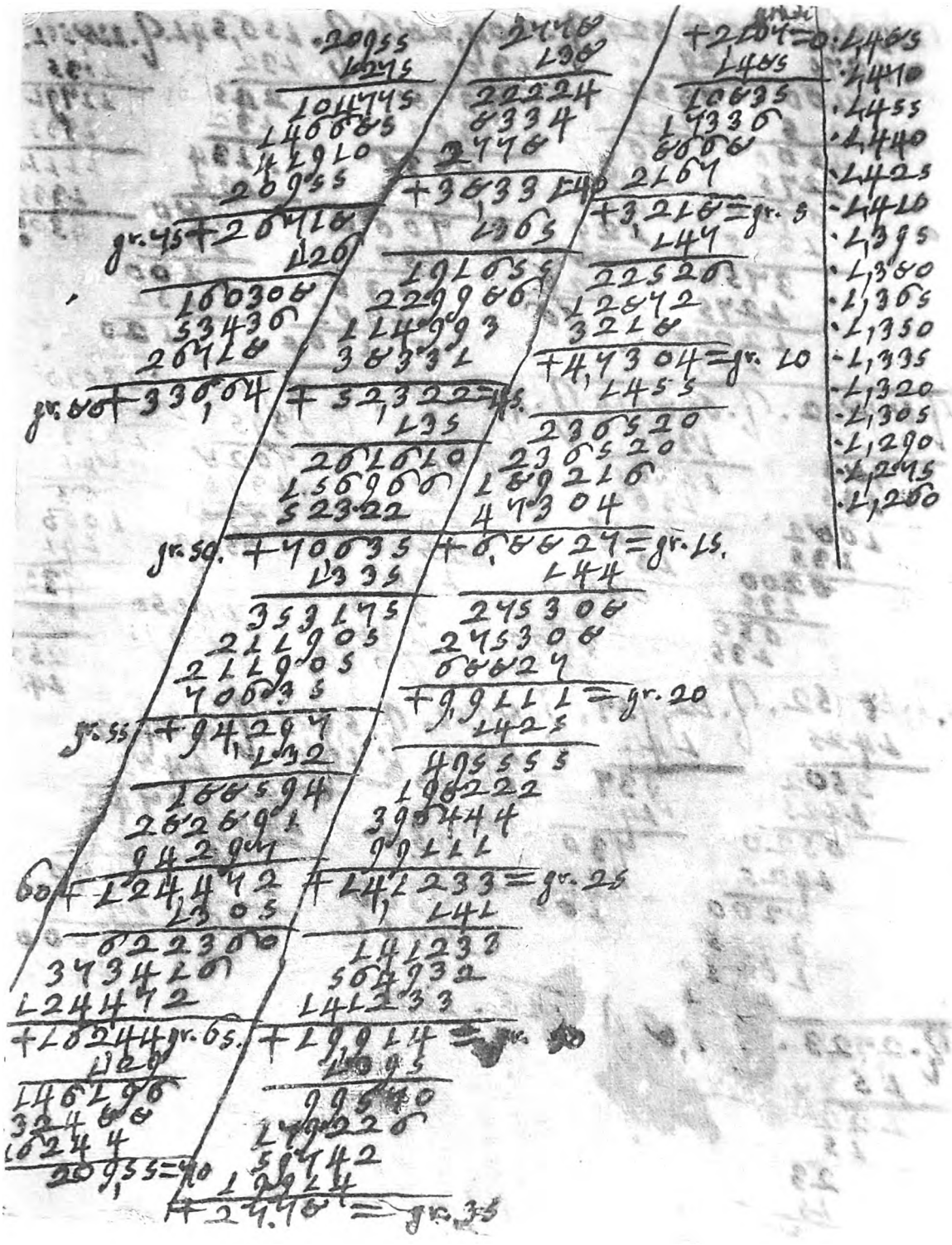


Minute di calcoli aritmetici per la determinazione, alla diverse temperature, della tensione del vapor acqueo saturo (N. CLII, pg. 535).

(*Da* Cart. Volt. H 26 β).

Digitized by Google

Digitized by Google

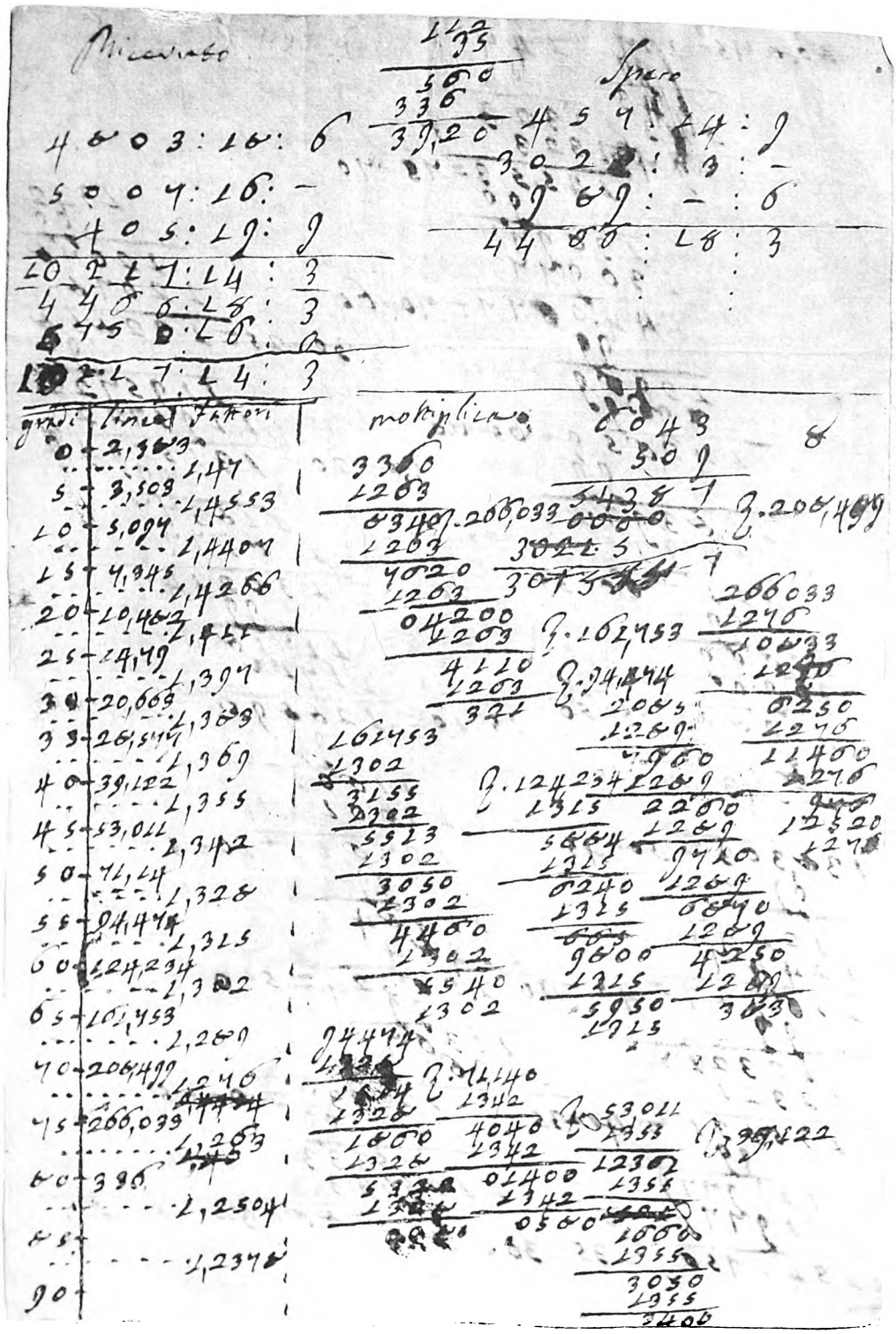


Minute di calcoli aritmetici per la determinazione, alle diverse temperature, delle tensioni del vapor acqueo saturo (N. CLII, pg. 535).

(*Da* Cart. Volt. H 26 β).

Digitized by Google

Digitized by Google



Minute di calcoli aritmetici per la determinazione, alle diverse temperature, della tensione del vapor acqueo saturo (N. CLII, pg. 536).

(*Da* Cart. Volt. H 23 α).

Digitized by Google

Digitized by Google

[NOTIZIE DELLA COMMISSIONE]

LA NUOVA SEDE DEL CARTELLARIO VOLTIANO NEL R. ISTITUTO LOMBARDO DI SCIENZE E LETTERE IN MILANO

IL TEMPIO VOLTIANO IN COMO

LA TOMBA DI ALESSANDRO VOLTA A CAMNAGO-VOLTA (COMO)

Digitized by Google

Digitized by Google

La Commissione per l'Edizione Nazionale delle Opere di A. VOLTA ritiene che qui, dopo le ultime pagine di questa raccolta de' suoi scritti scientifici, possano opportunamente trovar luogo e documentazione alcune notizie, che riguardano i cimeli, la bibliografia del grande Fisico e la sua tomba, le quali si connettono all'Edizione Nazionale stessa e alle onoranze per il centenario della sua morte, solennemente celebrato nel 1927.

Digitized by Google

Digitized by Google

LA NUOVA SEDE DEL CARTELLARIO VOLTIANO NEL R. ISTITUTO LOMBARDO DI SCIENZE E LETTERE IN MILANO.

La Commissione, oltre ad attendere al suo specifico compito di preparare l'edizione voltiana, impose a se stessa quello di procurare una degna e ben ordinata collocazione dei manoscritti del VOLTA (Cartellario voltiano), posseduti dal R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere sin dal 1861, classificati e descritti dal prof. A. VOLTA junior tra il 1902 e il 1908, studiati e utilizzati per l'edizione presente in quest'ultimo ventennio e di radunare attorno a quelli una biblioteca specializzata di pubblicazioni, interessanti comunque l'opera scientifica del nostro Autore. Tutto ciò anche allo scopo di favorire gli studi voltiani.

Come la Commissione si era procacciata fondi sufficienti a integrare la sovvenzione governativa per l'edizione, così trovò quelli per quest'altra bisogna, grazie alla generosità delle grandi società elettrotecniche, per l'interessamento dell'on. prof. ing. Giacinto Motta — membro della Commissione — della Cassa di Risparmio delle Provincie Lombarde e di pochi altri benemeriti.

Il R. Istituto Lombardo favorì l'iniziativa, mettendo a disposizione due salette tranquille e sicure della sua sede. Gli architetti prof. Gaetano Moretti e Ambrogio Annoni, con nobile disinteresse e fine gusto d'arte, concepirono e disegnarono il progetto di adattamento, di decorazione e di arredamento dei locali, in ogni minima particolarità: pareti, vôlte, pavimenti, porte, lapidi, mobili e diressero i lavori [1], i quali compresero anche opere di rafforzamento statico e di difesa dal fuoco e dai furti.

Lo stile, pur non aderendo nè al *neo-classico*, nè all'*impero*, si ispira in modo geniale e fedele a quello del periodo più glorioso della vita del VOLTA.

Si accede alle salette, ricche ed eleganti pur nella loro artistica severità, per mezzo di una vecchia e bella scala in legno, disegnata dal pittore Giuseppe Bertini; la porta d'entrata è in metallo, con architrave e fianchi di marmo. La prima saletta è destinata alla biblioteca voltiana e vi domina il busto del Fisico comasco, scolpito da Cesare Berra nel 1874, su ispirazione di quello ben noto del Comolli; sinora la biblioteca non accoglie che 500 volumi circa, fra i quali 10 raccolte di periodici scientifici dell'epoca voltiana, donati dai fratelli Brugnatelli, della famiglia di Luigi, amico del Volta. Attraverso un piccolo vano e due porte, pure di marmo, si passa nella seconda saletta, dove, in apposito mobile a cassetti, sono custoditi i 900 manoscritti circa, costituenti il prezioso cartellario voltiano; due lapidi, l'una nel vano ora detto, l'altra in questa seconda saletta, sono murate a ricordare i generosi oblatori e a commemorare il coronamento di questa iniziativa, intesa pur essa a celebrare il centenario della morte del Sommo.

---

[1] Meritano di essere citate fra le varie ditte assuntrici dei lavori quelle di F. Pelitti e Figlio (marmi) e dell'Arch. E. Monti e C. (mobili), sia per l'esecuzione artistica ed accurata, sia per le riduzioni concesse nei compensi.

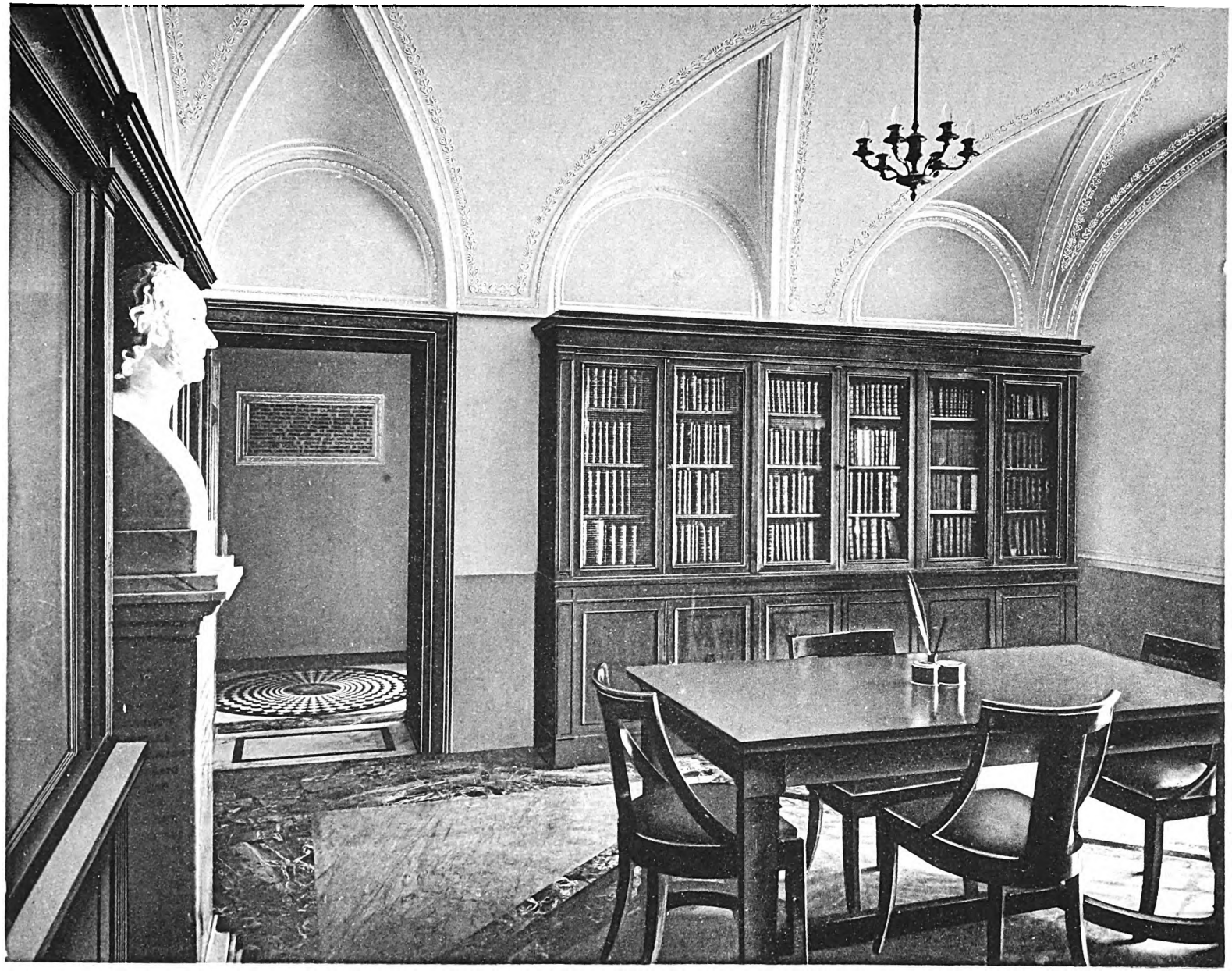
Digitized by Google

L'inaugurazione delle due sale voltiane ebbe luogo il 23 Giugno 1927, in occasione della seduta solenne, che l'Istituto Lombardo dedicò al centenario stesso.

In un'atmosfera di silenzio, resa dal magistero dell'arte e dalle memorie ivi raccolte suggestivamente rievocatrice dei tempi e della figura del Maestro, gli studiosi del pensiero di lui potranno consultare quasi tutti, in autografo per la parte di gran lunga maggiore, o in copia, i suoi manoscritti scientifici superstiti, immediatamente reperibili, sia per i richiami e lo studio critico fattine assai largamente nelle note di Commissione dell'edizione nazionale, sia per l'elenco, la descrizione e la suddivisione accurata fatta di quelli durante la loro collocazione definitiva; potranno altresì consultare opere e periodici di argomento voltiano, che sempre in maggiore numero si andranno radunando nell'annessa biblioteca.

Come non mancheranno visitatori reverenti a questo sacrario dei ricordi e degli studi voltiani, così giova sperare che non mancheranno i benemeriti disposti ad arricchire, potendolo, non foss'altro con copie, la raccolta dei manoscritti scientifici e con volumi la biblioteca; valga d'invito la notizia data qui sulla sistemazione del cartellario voltiano all'Istituto Lombardo.

Digitized by Google



La sala della biblioteca voltiana (R. Istituto Lombardo, Palazzo di Brera, Milano).

Digitized by Google

Digitized by Google

La sala dei manoscritti voltiani (R. Istituto Lombardo, Palazzo di Brera, Milano).

Digitized by Google

Digitized by Google

IL TEMPIO VOLTIANO DI COMO.

Nel 1899, per celebrare il centenario della scoperta della pila, la città di Como aveva bandito un'esposizione, in un tempietto della quale erano raccolti molti preziosi cimeli voltiani: l'8 Luglio un incendio la distrusse; l'esposizione risorse, ma i cimeli erano andati irrimediabilmente perduti.

L'on. Francesco Somaini, con atto geniale e munifico volle, per il centenario della morte del Volta, riparare, nei limiti del possibile, alla grave iattura; eresse in riva al lago un grandioso edificio a foggia di tempio, fece ricostruire con scrupolo scientifico e vi collocò le riproduzioni fedeli e le reliquie di tutti gli strumenti voltiani che erano andati distrutti ed altri ancora e vi adunò altresì libri, stampe e autografi, con infinito amore rintracciati; dotò l'istituto così creato dei mezzi necessari alla sua conservazione e alla sua vita e lo donò alla città di Como.

Il tempio, opera dell'architetto Federico Frigerio, in istile *neo-classico*, è a quattro fronti, con corpo centrale a cupola; sulla fronte principale due ampie scalee d'accesso portano al pronao, sostenuto da quattro colonne e coronato da un severo timpano, col profilo in rilievo del Volta. L'entrata, sotto il pronao, ai lati della quale stanno le due statue rappresentanti la Scienza e la Fede, immette direttamente nella grande aula circolare, a cui sovrasta, retta da colonne, la cupola centrale; in quest'aula, fasciata alle pareti da quattro bassorilievi rievocanti momenti significativi della vita del Volta e da lapidi commemoranti le date salienti del suo semisecolare lavoro scientifico, pavimentata di marmi, con numerosi castoni di pietre rare, sola, ergentesi sopra un'alta stele, domina l'erma del sommo Fisico, dinanzi alla quale sta il tripode pompeiano colla lampada votiva, donata dall'Università di Pavia. Dietro l'erma in speciale vetrina, trovansi i volumi dell'Edizione Nazionale delle opere, omaggio fatto dalla R. Commissione, nel giorno della inaugurazione, al munifico creatore e donatore del tempio.

All'esterno del colonnato dell'aula, nei vani risultanti dal raccordo della circonferenza di essa col perimetro quadrato del tempio, sono disposte sedici ricchissime vetrine in bronzo e cristalli, dove sono custodite le raccolte degli strumenti voltiani originali e di quelli ricostruiti con tale fedeltà da inspirare reverenza.

Per una scala di marmo si sale alla loggia, che circonda la sala centrale e corrisponde allo spazio occupato al piano terreno dalle vetrine; in questa loggia sono ordinati: la raccolta dei manoscritti che l'on. Somaini ha saputo procurarsi, gli avanzi dei cimeli guasti dall'incendio, ceduti dal Museo Civico, ricordi e iconografie voltiani, pubblicazioni interessanti la storia voltiana.

L'inaugurazione ebbe luogo il 15 Luglio 1928, colla dotta commemorazione letta dal Cardinale Pietro Maffi, dinanzi alle autorità governative e ad una rappresentanza dei Professori della R. Università di Pavia.

Digitized by Google

All'atto di donazione del tempio alla sua città, l'on. Somaini ha aggiunto un altro atto di magnifica e illuminata generosità, istituendo un fondo di mezzo milione di lire, di cui le rendite saranno destinate a costituire borse da conferirsi a giovani di lingua italiana, che si dedicano alle discipline elettriche, sia nel campo teorico, sia nel campo tecnico e premi da conferirsi a studiosi e inventori insigni negli stessi campi. La Commissione del tempio, consultati volta a volta corpi scientifici o tecnici competenti, sarà investita del giudizio finale e del conferimento delle borse e dei premi, il quale dovrà avere solennemente luogo nel tempio voltiano stesso.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Interno del Tempio Voltiano.

Digitized by Google

Digitized by Google

LA TOMBA DI ALESSANDRO VOLTA
A CAMNAGO-VOLTA (COMO).

Uno dei compiti che nobilmente si prefisse il Comitato comasco per la celebrazione del centenario voltiano del 1927 (oltre alle esposizioni, ai congressi, ecc.) si fu quello di restituire al primitivo decoro il mausoleo di Alessandro Volta e il recinto che lo racchiude, l'uno e l'altro contemporaneamente costruiti, come unica opera architettonica, dalla vedova e dai figli di lui e dedicati al suo riposo e alla sua memoria.

Il recinto, per concessione pietosa della famiglia in un periodo di epidemia, finì per trasformarsi poi nel camposanto del paese di Camnago-Volta. Se da un punto di vista sentimentale la trasformazione poteva anche presentare il carattere di un commovente affratellamento nella morte fra l'uomo sommo e i conterranei paternamente da lui amati, per contro i cippi e le lapidi, disformi per stile, infittendosi nello spazio oramai insufficiente attorno al bello e severo tempietto voltiano, ferivano gravemente il decoro del complesso architettonico e il rispetto dovuto a quel luogo sacro al cuore di tutti gli italiani.

Il Comitato delle onoranze centenarie, col concorso del Comune interessato e della famiglia Volta e secondo i disegni dell'ing. Antonio Giussani, fece costruire ai fianchi del recinto esistente, simmetrici e arretrati rispetto a questo e con esso comunicanti, due altri campi, che costituiscono il nuovo cimitero di Camnago-Volta; l'antica zona verrà così man mano, allo scadere del periodo decennale di rito, interamente liberata da croci e tombe estranee e restituita alla primiera voluta sua funzione di zona di rispetto intorno alla tomba venerata.

Il nuovo camposanto fu inaugurato e religiosamente consacrato da Monsignor Vescovo di Como il 5 Marzo 1927. Un decreto dello stesso anno dichiarava il mausoleo voltiano Monumento Nazionale.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

INDICE DEI NOMI

Achard, 174, 351, 400.
Agostino (S.), 111.
Amerio Alessandro, 346, 439.
Amontons, 344, 351-52, 355, 357-58, 362.
Amoretti Carlo, 123.
Anac, 357-58.
Annoni Ambrogio, 541.
Aristotile, 85.
Arteaga, 137.
Avicenna, 347.

Bacone di Verulamio, 5.
Barbier, 118, 175, 243.
Baronio, 277.
Baumé, 53.
Beguillet, 111.
Bellani, 267, 270.
Bergman, 41, 46, 54, 55, 58, 80.
Berra Cesare, 541.
Berthollet, 227, 230, 295, 298, 299, 354, 355, 485.
Bertini Giuseppe, 541.
Bétancourt, 402, 486, 519-21, 527.
Bianchi Giovanni, 305.
Black, 6, 19–22, 24, 25, 32, 80, 144, 146, 398, 401.
Boerhaave, 6, 8, 9, 287.
Borelli, 347.
Bosscha, 267, 269, 270, 339, 341, 342, 344.
Bouillon la Grange, 315.
Boyle, 285, 286, 390, 414.
Brisson, 351.
Brugnatelli Luigi, 169, 272, 342, 344, 437-39, 521.
Brugnatelli Fratelli, 541.
Bucci Antonio, 17, 19, 25.
Bucquet, 238.
Buffon, 286.

Cartesio, 86.
Casati Francesco, 137.
Cavalli, 137, 139.
Cavendish, 101, 146, 227, 292, 400.
Chaptal, 301.
Clerici, 139.
Configliachi, 141, 439, 453, 457.
Comolli, 541.
Court de Gibelin, 109.
Cowper, 118, 175.
Crawford, 6, 12, 14, 15, 19, 20, 32, 33, 35-40, 45, 46, 50, 144, 145, 348, 350.
Cullen William, 24.
Cusani Pompeo, 123.

Dalton, IX, 438, 439, 440, 519-21, 523, 525-27, 533, 535.
Davy, 318.
De La Métherie, 52, 517.
De Luc, 8, 146, 148, 331, 348, 350-52, 354, 355, 358, 375, 398, 400, 403, 414, 441, 443, 451, 509, 517, 519, 523.
Desaguilliers, 86.
Dietrich, 112, 114, 126.
Dieulamant, 110.
Drebbel, 325, 343, 344, 347, 357.
Du Machy, 53.
Duvernois, 363-66, 374.

Digitized by Google

Ehrmann, 118, 175.
Eller, 53.
Erzleben, 356.

Fahrenheit, 8, 9, 14, 36, 164, 351, 353, 355, 358-60, 364.
Ferber, 112, 115.
Ferdinando d'Austria, 3.
Fleurian de Bellevue, 323, 327.
Fontana, 45, 64, 74, 80, 81, 99, 182-84, 194, 209, 212, 227, 511.
Fontenelle (de), 110.
Fordyce, 286, 287.
Forster, 5.
Fourcroy, 237-41, 243-45, 288, 295, 301.
Franchini Giuseppe, 276, 277.
Frank Giov. Pietro, 157, 160.
Franklin, 24, 90, 228.
Frigerio Federico, 543.
Fürstenberger, 118, 175.

Galileo, 347.
Galvani, 271, 344.
Gay-Lussac, IX, 174, 223, 343, 344, 346.
Gehlen, 315.
Gengembre, 246, 308.
Ghislieri, 139.
Gimbernat, 315.
Giobert, 263, 511.
Giussani Antonio, 545.
Glaubero, 13, 26.
Gmelin, 129, 146.
Göttling, 259, 263, 266.
Grassi Francesco, V, IX, 346, 438-40.
Gren, 271, 272, 519.
Grey, 286.
Guaita, 341.
Guareschi, 345, 346.
Guettard, 111.
Guyton, 363.

Halley, 86.
Hebert, 137.
Hierne, 53.
Hoepli U., IX.
Hoffmann, 49.
Humboldt, 174, 223.

Ingen-Housz, 58, 74, 209, 212, 227.
Irvine, 6, 19, 22, 26, 32.
Isaco, 49.

Kavendish (v. Cavendish).
Kirwan, 5, 12, 19, 45, 46, 145.
Klaproth, 315.
Kosegarten, 160.
Kratzenstein, 91, 92.
Kunkel, 36, 259.

La Cépède, 311.
La Marck, 287, 288.
Lambert, 354, 355, 357, 358.
Landriani Marsilio, 19, 27, 61, 63, 64, 77-79, 81, 135, 216, 227, 244, 270, 437, 438, 487, 511.
La Place (de), 47, 146, 352.
Lassone, 238.
Lausberg, 315.
Lavoisier, 47, 99-101, 103, 105, 146, 227, 230, 238, 244, 245, 269-71, 285, 286, 288, 299, 301, 341, 352, 396, 420, 481, 511, 518.
Lemery, 252.
Le Roy, 86, 90, 331, 515-19.
Leslie, 26.
Lichtenberg, 73, 160, 162, 163, 167, 168, 174, 438.
Lomonsow, 6.
Lorgna Anton Maria, 108.
Loria Gino, V.
Luz Federico, 354, 355, 361-63, 365, 374.

Macquer, 3, 4, 6, 61, 62, 83, 95, 97, 127, 145, 208, 216, 221.
Maffei, 308.
Maffi Pietro, 543.
Magellan, 4, 6, 12, 14, 19, 30, 46, 62, 83, 145, 216, 511.
Magrini, 438, 440, 513.
Mairan, 350.
Malpighi, 347.
Mangili, 485, 513.
Marat, 137.
Mariotte, 390, 421.
Martine, 12.
Mascheroni, 96, 454, 455, 461, 479, 483.
Maspero Giuseppe, 207.
Massardi Francesco, V, IX, 408.
Meunier, 341.
Mollerat de Sovhey, 51.
Monge, 354, 355, 485.
Monheim, 311, 315, 318, 319.
Montanari, 457.
Monti E., 541.
Montigny (di), 111.
Moretti Gaetano, 541.
Morveau, 245, 331, 342, 363, 365, 366, 371, 374.

Digitized by Google

Motta Giacinto, v, 541.
Murray, 45.
Musschembroeck, 163, 165, 351, 398.

Neret, 243.
Nollet, 398.

Pallas, 146.
Paracelso, 49.
Parker, 511.
Pelitti Franco, 541.
Pellettier, 51.
Pictet, 286.
Pietropoli, 279, 283, 285, 287, 289, 291, 293, 295, 297, 299, 301, 303.
Pini Domenico, 282.
Pochettino Alfredo, v.
Porati Antonio, 207, 208.
Pott, 49.
Priestley, 38, 45, 51, 52, 58, 63, 64, 67, 68, 71, 80, 99, 177, 210, 216, 227, 228, 242, 269, 284, 331, 356, 510, 511.
Pringle, 228, 242.
Prony, 519.

Raccagni, 249, 256.
Rangone Gherardo, 130.
Re ab. Giuseppe, 113, 175.
Réaumur, 7, 18, 20, 22, 25, 26, 34, 36, 86, 144, 146, 164, 255, 260, 293, 297, 317, 331, 332, 333, 350, 351, 353, 354, 355, 359, 360, 362, 364, 365, 366, 367, 370, 371, 379, 383, 391, 402, 403, 404, 405, 409, 410, 412, 422, 423, 425, 426, 433, 435, 441, 457, 458, 460, 461, 463, 464, 465, 466, 480, 481, 486, 520, 523, 527, 533.
Regnault, 343.
Reumont, 311, 315, 318, 319.
Romieu, 159-64, 167.
Rousseau, 303.
Roy, 353, 355, 356, 359, 361-63, 365, 374.
Rozier, 51, 110.
Rühter, 271.
Rumford, 286, 291.

Sage, 348.
Santorio, 347.
Sarpi Paolo, 347.
Saussure (de), 73, 86, 87, 89-92, 97, 147, 148, 150, 151, 331, 335, 352, 354, 355, 375, 509, 517, 519, 522, 523.
Scasso, 329, 331.
Schaub, 315.
Scheele, 5, 7, 42–46, 50, 53, 54, 510.
Scherillo Michele, v.
Schmidt, 286, 287, 519, 520, 527.
Scopoli, 3, 61, 62, 83, 95, 127, 145, 208, 216.
Senebier, 4, 39, 62, 65, 67, 68, 95, 103, 270.
Shuckburgh, 351, 353, 355, 358, 361.
Sigaud de la Foud, 351.
Sigorgne, 288.
Somaini Francesco, 437, 543, 544.
Somigliana Carlo, v.
Spallanzani, 130-32, 232.
Stahl, 46, 49, 51, 53, 511.

Tissot, 75.
Torelli, 113.
Trembley, 331-53, 355.

Valentino, 49.
Vallerio (v. Wallerio).
Vallisneri, 130, 133.
Vandermonde, 354, 355.
Van Marum, 137, 267, 339.
Vassalli Anton Maria, 437-39, 487.
Vauqueline, 311.
Venini Nicola, 305, 308.
Venturi, 453-55, 461, 464, 477, 483, 485.
Volta A. jun., 541.
Volta Luigi, v.
Volta Serafino, 108, 123.
Volterra Vito, v.

Wallerio, 50, 51, 131.
Watt, 101, 227, 398.
Westrumb, 314.
Whitehurst, 286.
Wilcke, 19-21, 144, 401.

Zuccagni Attilio, 273, 275, 276.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 107988187

Digitized by Google